Комиссия Российской Федерации по делам ЮНЕСКО

Московская государственная академия делового администрирования

Российская экологическая академия

Н. М. Мамедов

Экология
и устойчивое развитие

Москва
2013

ББК 20.1я73
М22

Мамедов Н. М. Экология и устойчивое развитие: Учебное пособие. М.: Изд. центр МГАДА, 2013. — 365 с.

Рекомендовано к изданию
ученым советом Московской государственной академии
делового администрирования

Рецензенты:
доктор философских наук, профессор *Э. В. Гирусов,*
доктор биологических наук, профессор *Е. Н. Дзятковская,*
доктор социологических наук, профессор *И. А. Сосунова*

М22

В учебном пособии на основе авторских разработок представлены концептуальные и методологические вопросы экологического познания; рассмотрены основные положения биологической (классической) экологии, экологии биосферы, экологии человека и социальной экологии. Особое внимание уделено экологическим аспектам глобализации и проблемам перехода современного общества к устойчивому развитию. Показана роль культуры, образования, науки, высоких технологий в этом историческом процессе.

Предназначено для студентов, аспирантов, учителей школ, а также для широкого круга читателей, интересующихся современными проблемами экологии.

ISBN 978-5-94102-090-4

© МГАДА, 2013
© Мамедов Н. М., 2013

Содержание

Предисловие 5

Горизонты экологического знания. Вместо введения..... 10

I. Концептуальные и методологические основания экологического познания..... 33

1. Общие экологические понятия 33
2. Принцип системности и экологический подход..... 37
3. Экологическое познание и учение о ноосфере..... 42
4. Экологический мониторинг 46
5. Метод моделирования и принцип оптимальности..... 49
6. Синергетический подход в экологии 57

II. Основы классической (биологической) экологии 60

1. Экология организмов 60
2. Экология популяций..... 77
3. Экология сообществ..... 83
4. Экосистема и биогеоценоз..... 88
5. Биоразнообразие: проблема сохранения 100

III. Экология биосферы.....111

1. Биосфера — глобальная экосистема 111
2. Космическая и планетная среда биосферы..... 116
3. Взаимодействие живого вещества 119
4. Биогеохимический круговорот веществ 122
5. Биосфера и время: ритмы развития..... 124
6. Устойчивость биосферы 129

IV. Экология человека 135

1. Природа и сущность человека..... 135
2. Окружающая среда и здоровье человека 147
3. Качество жизни как предмет экологии человека..... 157

V. Экология общества 165

1. Особенности взаимодействия общества и природы 165

2. Система *общество — природа* как объект социальной экологии 191

3. Социально-экологические противоречия: экологическая проблема 202

4. Экологическая безопасность 216

5. Мировоззренческие истоки экологической проблемы 222

6. Глобализация и альтернативы будущего: концепция устойчивого развития 240

VI. На пути к устойчивому развитию 254

1. Регулятивная роль культуры в переходе к устойчивому развитию 254

2. Политические и правовые предпосылки устойчивого развития 263

3. Социальное партнерство в решении экологических проблем 274

4. Гармонизация экономики и экологии: становление зеленой экономики 283

5. Экологическая парадигма развития науки 295

6. Экологические критерии техногенеза 312

Терминологический словарь 334

Литература 358

Основная литература 358

Рекомендуемая литература 363

Предисловие

Нужно так черпать из чаши природы,
чтобы недвижными остались подвижные воды.

Низами Гянджеви

Человек непрестанно задавался вопросом — откуда он произошел и куда ведет его рок событий? Это вечный вопрос, на который пытались дать ответ все мифы и философские учения, ответ, который не только определяет мировоззрение людей, но и влияет на понимание смысла человеческой деятельности.

Наука вот уже несколько столетий также стремится найти ответ на вопрос: «Кем мы являемся?» И на этом поприще достигнуты значительные результаты. Однако за пределами научного поиска до сих пор остаются основания и цели человеческой деятельности! Классическая наука нейтральна по отношению к человеку, она не раскрывает ценности человеческого существования. Наука отвечает на вопрос «как?». В мировоззренческих размышлениях не менее важно ответить и на вопросы «зачем?» и «почему?». Современная наука не может, например, ответить, зачем существует Человек, почему возникла Вселенная. Можно, конечно, отвлечься от подобных вопросов, считать их метафизическими, как это делали представители позитивистской философии. Но они существуют, в них в завуалированной форме выражены неизвестные нам фундаментальные закономерности мироздания.

Знания традиционной науки позволяют создать могучие средства деятельности (современная техника), но не определяют, насколько разумна, обоснованна сама цель этой деятельности. Базируясь на одних и тех же знаниях, можно создать и средство, исцеляющее человека, и оружие, способное его уничтожить. Использование знаний в мирных или военных целях выходит за пределы традиционной науки.

С развитием экологии наметились новые возможности выхода из данной парадоксальной ситуации. Понятие «экология» используется сегодня при изучении качественно различных явлений. Говорят об экологии растений и животных, человека и общества, города и культуры. Однако говорят об этом только, когда хотят обратить внимание на условия существования и развития чего-нибудь. Так, в круг экологических изысканий ныне входят причины и следствия исчезновения отдельных видов растений и животных, загрязнения природной среды, ухудшения качества жизни людей и т. д.

В целом экологические знания усиливают гуманистическую ориентацию науки, содействуют гармонизации жизнедеятельности людей, их отношений с природой. Это достигается благодаря тому, что экологические знания не только объясняют действительность, но и выполняют прогностическую и нормативную функции. Они могут в определенной степени предсказать негативные последствия человеческой деятельности, предостеречь от необдуманного развития техники и преобразования природы.

Для существования и развития человека нужна благоприятная природная среда. В результате длительной эволюции на поверхности нашей планеты установился строго определенный интервал изменений физических, химических и биологических параметров. Человеческий организм сформировался и приобрел нынешние качества, приспосабливаясь к ним. И если, например, на поверхности Земли внезапно установятся отличные от нынешних перепад температур, состав атмосферы и появятся другие виды бактерий, человечество не сможет выжить. Тем не менее, среда обитания человека не остается неизменной. Она может трансформироваться в результате природных и военных катастроф, а также преобразующей деятельности самого человека.

Природные катастрофы неизбежны — падения метеоритов, землетрясения, извержения вулканов, наводнения, засухи и т. п. На сегодня известен ряд способов прогнозирования

и ослабления воздействия некоторых природных катаклизмов на общество. Так, определены территории, наиболее подверженные тем или иным природным катастрофам; осуществляется сейсмостойкое строительство; население опасных районов оповещается о приближении ураганов, тайфунов, цунами. Мировое сообщество стремится также уменьшить военную опасность, пытается решать конфликты мирным путем. В значительной степени снижена вероятность новой мировой войны, хотя все еще полыхают региональные войны. Развитие науки и техники уже сейчас способно обеспечить иное, мирное поле военной деятельности, ориентируя ее на обеспечение безопасности общества от природных катастроф. Известна, например, схема предотвращения падения на Землю крупных астероидов — их можно уничтожать ракетами еще в космическом пространстве.

Однако человечество столкнулось ныне с принципиально иной опасностью — неизмеримым возрастанием угрозы со стороны производственной, «созидательной», природопреобразующей деятельности человека, что обусловлено двояким положением самого человека в этом мире. С одной стороны, он как биологический вид является составной частью природы нашей планеты, с другой — человек в отличие от иных живых существ имеет и небиологические, так называемые социально-культурные потребности и механизмы развития. Он создает технику, новые искусственные вещества, строит здания, прокладывает дороги и для этого черпает из природной среды минеральные и горючие ресурсы, которые ранее ни одно живое существо не потребляло, а возвращает в нее массу чуждых ей отходов.

Со второй половины XX столетия в естественных параметрах биосферы наметились изменения, обусловленные ускоренным развитием экономики и материального производства. В невиданных ранее масштабах загрязняется окружающая среда, истощаются природные ресурсы. Сегодня, в эпоху глобализации,

весьма остро, с учетом различных прогнозов развития человечества, стоит вопрос о том, что нас ждет. Нарушая биологическую картину Земли, мы уничтожаем самих себя.

Современное общество нуждается во всестороннем обосновании и поддержании экологической безопасности. А это, прежде всего, предполагает формирование нового мировоззрения, нового отношения к природе, новой материальной и духовной культуры на основе соответствующих знаний. Необходимо разработать и реализовать такую стратегию социально-экономического и экологического развития, которая гарантировала бы выживание человечества. Обширный круг вопросов, связанных с постановкой и решением данной проблемы, в той или иной степени сказывается на предмете самых различных наук и определяет необходимость формирования и интенсивного развития новой области экологии — *социальной экологии.*

Возникновение социальной экологии обусловлено как практической необходимостью, так и внутренней логикой научного познания, ориентирующейся на переход от фрагментарного к всестороннему, целостному отображению действительности.

В эпоху глобализации социальная экология становится методологической основой согласования различных областей человеческой деятельности с возможностями природы. Социально-экологические знания приобретают особый смысл и значение в связи с необходимостью решения проблем перехода современного общества *к устойчивому развитию.*

В 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро) представителями 179 государств была принята «Повестка дня на XXI век» — программа действий, направленных на реализацию устойчивого (поддерживаемого) развития. В широком смысле стратегия устойчивого развития ориентирована на достижение социальной гармонии и гармонии между обществом и природой.

«Повестка дня на XXI век» была подтверждена и конкретизирована в 2002 г. на саммите ООН по устойчивому развитию в Йоханнесбурге. Принятое на нем обращение к правительствам всех стран содержало призыв обеспечить всестороннее просвещение населения по вопросам устойчивого развития и сохранения окружающей среды.

Наконец, в 2012 г., и вновь в Рио-де-Жанейро, состоялась Конференция ООН, посвященная проблемам и перспективам реализации устойчивого развития, — «Рио+20». В резолюции конференции были намечены основные контуры «будущего, которое мы хотим».

Итак, экологические знания содействуют определению допустимых границ преобразовательной деятельности человека. Владея экологическим знанием, человек начинает понимать значение многих, ранее казавшихся второстепенными, связей и отношений в природе. Как открытие Коперника перевернуло в свое время представление людей о порядке мироздания, так и знание экологических закономерностей меняет представление о системе жизни на Земле. Приходит понимание того, что этот порядок не случаен, он необходим для существования и развития человека, для продолжения человеческого рода. Люди обязаны считаться с ним. И по готовности к таким изменениям можно судить о человеческих качествах, о характере культуры эпохи. Бережное отношение к природе, забота о ней оказывают влияние на нас самих, меняют наши установки и миропонимание. *Человек разумный* все более становится *Человеком мудрым.*

Горизонты экологического знания. Вместо введения

Не то, что мните вы, Природа:
Не слепок, не бездушный лик.
В ней есть душа, в ней есть свобода,
В ней есть любовь, в ней есть язык.

Ф. Тютчев

Еще недавно вряд ли можно было представить себе столь значительное расширение понятия «экология», какое произошло в настоящее время в результате осмысления ранее неизвестных фактов и ситуаций. Интенсивно развиваются глобальная и социальная экология, экология человека. Предметы этих наук еще четко не установились и порой их отождествляют. Мы рассмотрим основания эволюции экологии и особенности новых областей экологического знания.

Классическая (биологическая) экология. Первоначально понятие «экология» утвердилось в биологии как название направления, призванного изучать взаимоотношения живых организмов между собой и с окружающей их неорганической природой. Возникновение экологии стало возможным во второй половине XIX в., когда было накоплено достаточно сведений о многообразных организмах и особенностях их образа жизни. Стало очевидным, что не только строение и развитие организмов, но и их взаимоотношения со средой обитания подчинены определенным закономерностям.

В работе Ч. Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» (1859) была осмыслена «борьба за существование» в природе. Под борьбой Дарвин понимал все формы противоречивых связей вида со средой, которые приводят к естественному отбору и являются движущим фактором эволюции. По существу, именно эта работа и определила проблему всестороннего изучения взаимоотношений живых существ с окружающей средой.

Однако экология имеет длительную предысторию. Накопление сведений об образе жизни, зависимости от внешних условий, характере распределения животных и растений началось с освоения человеком природы. В трудах античных философов делаются первые попытки систематизации, обобщения этих сведений [1]. Так, Аристотель описал поведение свыше 500 видов животных. Ученик Аристотеля, «отец ботаники» Теофаст Эрезийский, привел довольно подробные сведения о своеобразии произрастающих в разных условиях растений, о зависимости их формы и роста от почвы и климата.

В Средние века под влиянием богословия и схоластики интерес к изучению природы ослаб. В эпоху Возрождения, вследствие географических открытий и колонизации новых стран, существенно расширился круг описываемых растений и животных, появились новые основания для их систематизации.

В XVIII в. французский естествоиспытатель Ж. Бюффон впервые стал изучать непосредственно проблему влияния внешних условий на строение живых организмов. Считая возможным «перерождение» видов, он полагал основными причинами превращения одного вида в другой влияние внешних факторов. В это время Ж.-Б. Ламарк, автор первого эволюционного учения, также пришел к выводу, что влияние «внешних обстоятельств» — это одна из главных причин приспособительных изменений организмов, эволюции животных и растений.

Дальнейшему развитию экологического мышления способствовало появление в начале XIX столетия биогеографии. Труды А. Гумбольдта, К. Глогера, Т. Фабера и др. определили новое направление в географии растений. В науку было введено представление о том, что «физиономия» ландшафта зависит от внешнего облика растительности.

Ученые обратили внимание на то, что в сходных зональных и вертикально-поясных географических условиях у растений разных таксонометрических групп вырабатываются сходные «физиономические» формы, т. е. одинаковый внешний облик. По распределению и соотношению этих форм можно было судить о специфике физико-географической среды.

Исходя из этого упомянутый фундаментальный труд Дарвина следует рассматривать как определенный итог в изучении вопросов взаимоотношения живых существ с окружающей средой.

«Экология» происходит от греческих слов οίκος (жилище, местопребывание, убежище) и λόγος (учение). Термин был предложен немецким естествоиспытателем Эрнстом Геккелем в работах «Всеобщая морфология организмов» (1866) и «Естественная история миротворения» (1868).

Как самостоятельная наука экология оформилась к концу XIX в. В начале XX столетия уже были экологические школы гидробиологов, ботаников, зоологов. В каждой из них развивались определенные стороны экологической науки. В это время произошла дифференциация экологических знаний. Возникли экология особей (аутоэкология), экология популяций и сообществ (синэкология). Выкристаллизовались основные теоретические идеи биоценологии: о границах и структуре биоценозов, степени устойчивости, возможности их саморегуляции.

К середине XX столетия в экологии сформировался принципиально новый подход к исследованию природных систем. В 1935 г. английский ученый А. Тенсли предложил понятие «экосистема», в 1942 г. академик В. Н. Сукачев обосновал представление о биогеоценозе. Эти понятия отражали идеи единства совокупности организмов с абиотическим окружением, гармонической «вписанности» сообществ в неорганическую среду.

Термин «популяция» в экологии характеризует группу особей любого вида, находящихся во взаимодействии между собой и совместно населяющих общую территорию. Следовательно, экологическая популяция — это население одного вида на определенной территории. Понятие «сообщество» охватывает все популяции, занимающие данную площадь. Сообщества организмов связаны с неорганической средой теснейшими вещественно-энергетическими, информационными связями и функционируют совместно как единая экологическая система или как биогеоценоз. В совокупности биогеоценозы образуют особое геологическое тело — живое вещество, которое изменяет и придает Земле свойства, принципиально отличающие ее от поверхности других планет.

Жизнедеятельность организмов приводит к качественно новому биогенному (биологическому) круговороту вещества и энергии в природе — образованию биосферы. Живые организмы не могут существовать сами по себе, без других организмов или среды обитания. Сообщество образует с неорганической природой определенную систему, где поток атомов, вызываемый жизнедеятельностью организмов, приводит к круговороту. Следует отметить, что живые и неживые части экосистемы настолько связаны в одно целое, что разделить их трудно. Так, большинство биогенных веществ (C, H, O, N, P) и органических соединений (углеводороды, белки, жиры) образуют непрерывный поток между живым и неживым веществом.

Согласно определению Геккеля, экология — это наука об экономии, домашнем быте животных; она должна изучать общее отношение животных к неорганической и органической среде, их дружественные и враждебные отношения к другим животным и растениям, с которыми они вступают в прямые и непрямые контакты, — одним словом, все взаимоотношения, условно названные Дарвином «борьбой за существование».

Сегодня различные определения биологической экологии объединяет характеристика экологии как науки, изучающей условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой их обитания. Основное поле исследований биологической экологии — это рассмотрение в различных по уровню организации экосистемах потоков энергии, пищевых цепей, биогеохимических круговоротов, а также вопросов развития, эволюции и управления.

Между тем обменные процессы со средой любой открытой системы, необходимые для ее существования и развития, обобщенно можно представить как некоторый тип взаимодействия. В данном случае это экологическое взаимодействие, включающее в себя весь комплекс взаимодействий определенной системы (принимаемой за «центральный» объект) с совокупностью других факторов, составляющих среду и определяющих условия ее существования.

Экологическое взаимодействие имеет место на уровнях клетки, организма, популяции, биоценоза (сообщества), экосистемы (биогеоценоза) и биосферы. Степень сложности и формы его проявления на каждом из этих уровней организации живой материи отличаются друг от друга. Наряду с общими принципами, характеризующими единые черты экологического взаимодействия вообще, существуют и особые закономерности, отражающие специфику отдельных уровней. Это обстоятельство определяет наличие целого ряда относительно самостоятельных разделов биологической экологии. Сегодня биологическая экология делится на общую экологию, изучающую закономерные связи со средой, присущие всем группам организмов, и на частные направления, ориентированные на специфику отдельных групп (экология микроорганизмов, растений, млекопитающих, птиц, рыб и т. п.).

Физиологическая экология выявляет закономерности физиологических изменений, лежащих в основе адаптации организмов. В последние годы развивается биохимическая экология, внимание которой обращено на молекулярные механизмы приспособительных преобразований в организмах в ответ на изменение среды. Палеоэкология изучает экологические связи вымерших групп, эволюционная экология — экологические механизмы преобразования организмов, морфологическая экология — закономерности строения органов и структур в зависимости от условий обитания. Экологической наукой является и гидробиология. Выделяют экологию наземных экосистем, ландшафтов и т. п. [2].

Глобальная экология (экология биосферы). Биосфера предстает как глобальная экосистема, стабильность и функционирование которой основаны на законах обеспечения баланса вещества и энергии. Биогеохимические функции биосферы многообразны, но это многообразие имеет единую сущность: в своем глобальном космическом проявлении «сфера жизни» (биосфера) выступает как гигантский аккумулятор и уникальный трансформатор энергии Солнца. Благодаря биосфере — приемнику космического излучения — на всей нашей планете поддерживается активная связь Земли с космосом. Схватывание солнечного излучения осуществляется растительным миром, но в удержании и преобразовании энергии Солнца принимает участие все живое вещество планеты.

Биосфера — это мощная геологическая сила, непрестанно творящая и преобразующая лик планеты. Исследовав химический состав и химическую эволюцию земной коры, убедившись в том, что последние не могут быть объяснены чисто геологическими причинами без учета роли живого вещества в миграции атомов, В. И. Вернадский пришел к выводу, что биосфера — закономерный продукт эволюции Земли.

В биосфере происходят процессы самого различного характера, их теоретическое освоение невозможно одними лишь методами биологической экологии. Не определилась окончательно наука, которая всесторонне рассматривала бы эти вопросы. Можно предположить, что они станут предметом глобальной экологии. Последнюю обычно ограничивают вопросами, связанными с взаимодействием общества и биосферы. Однако подобная трактовка учитывает только один (хотя и очень важный) аспект взаимодействия биосферы с внешней средой.

Согласно учению Вернадского, биосфера представляет собой земную оболочку (часть атмо-, гидро- и литосферы), охваченную или преобразованную жизнью и обладающую вследствие этого своеобразной геологической и физико-химической структурой. В биосфере, в результате жизнедеятельности организмов, происходят миграция элементов, биогеохимическая трансформация, накопление солнечной энергии и другие процессы, направленные в целом на поддержание ее в состоянии динамического равновесия. Видоизменение (развитие) живых веществ, отмечал Вернадский, в течение всего геологического времени охватывает биосферу и различным образом, менее резко, но сказывается на ее косных природных телах. Благодаря непрерывной и непрекращающейся эволюции видов, резко меняется отражение живого вещества на окружающей среде. Эволюция видов, таким образом, переходит в эволюцию биосферы.

При рассмотрении биосферных процессов возникает, на первый взгляд, представление об их хаотичности. На самом же деле в биосфере происходят процессы самоорганизации, в ней все учитывается и все приспособляется с подчинением мере и гармонии. Она находится в сложном экологическом взаимоотношении с явлениями и процессами, совершающимися в космическом окружении и в недрах Земли (вулканы, землетрясения, естественные радиоактивные излучения, вариации геомагнитного поля и т. д.), не говоря уже о взаимоотношениях с обществом, последствиями производственной и другой

природопреобразующей деятельности человека. Вернадский в своих работах неоднократно подчеркивал относительную автономность биосферы, ее органическую связь с внешними факторами. Особое значение он придавал влиянию космического окружения на становление и эволюцию биосферы и возрастающей роли человечества в ее преобразовании.

Наиболее известным фактором воздействия космического окружения на состояние и развитие биосферных процессов является энергия солнечного излучения. Она, прежде всего, определяет тепловой режим биосферы и соответствующую глобальную циркуляцию атмосферы и гидросферы. Резкими изменениями теплового режима были обусловлены ледниковые периоды в истории нашей планеты, качественно менявшие состав и строение биосферы. Благодаря энергии Солнца и активной природопреобразующей деятельности живых организмов, в биосфере происходят круговороты воды, кислорода, углерода, азота и минеральных веществ. В биологический круговорот солнечная энергия включается посредством реакции фотосинтеза, осуществляющейся в растениях. Фотосинтез служит своего рода энергетическим входом в биосферу. В продуктах этой реакции (органические вещества и свободный кислород) собирается часть поступающей на Землю солнечной энергии. Эволюция биосферы шла в направлении расширения возможностей фиксации и удержания различными путями и средствами связанной энергии. Этим объясняется разнообразие экологических систем, пищевых сетей и трофических уровней, а также образование гумусовых горизонтов почв и залежей горючих ископаемых.

В течение продолжительного времени считалось, что влияние Солнца на биосферу ограничивается процессами фотосинтеза и поддержанием определенного термического режима на Земле. Однако в результате развития космической биологии предстала несколько иная картина. Оказалось, что различные части спектра излучения Солнца непосредственно воздействуют

на все живое. Это воздействие сказывается в ходе физико-химических превращений, происходящих во всех биологических системах, и проявляется в значительном изменении активности микроорганизмов, растений и животных. На основе многочисленных фактических данных была установлена определенная статистическая связь между циклами солнечной активности и такими явлениями в биосфере, как миграция животных, изменения численности популяций, сообществ и т. п. Выяснилось, что солнечные пертурбации оказывают влияние и на сердечно-сосудистую, нервную и другие жизненно важные системы человека. С точки зрения А. Л. Чижевского, одного из основателей космической биологии, рассматривая влияние космического окружения на биосферу, нельзя ограничиться лишь учетом роли Солнца. «Было бы совершенно неверным считать, — пишет он, — только энергию Солнца единственным созидателем земной жизни в ее органическом и неорганическом плане. Следует думать, что в течение очень долгого времени развития живой материи энергия далеких космических тел, таких как звезды и туманности, оказала на эволюцию живого вещества огромное воздействие... Жизнь в значительно большей степени есть явление космическое, чем земное. Она создана воздействием творческой динамики космоса... она живет динамикой этих сил, и каждое биение органического пульса согласовано с биением космического сердца — этой грандиозной совокупности туманностей, звезд, Солнца и планет» [3, с. 33].

Общепризнано, что возникновение биосферы, установившиеся в ней качественно определенные явления не смогут найти полного объяснения при рассмотрении вне контекста формирования современного мироздания и физических условий ближнего и дальнего космоса. Все большую обоснованность получает утверждение относительно синхронной связи многих изменений в ней с космическими факторами и диахронной связи ее возникновения и формирования с космическими предпосылками.

Таким образом, экологическое взаимодействие биосферы с космическим окружением проявляется не только в энергетической роли Солнца в поддержании динамического равновесия и эволюции биосферы, но и во влиянии многих других аспектов солнечной деятельности и разнообразных процессов, происходящих во Вселенной, на саму возможность биосферы, ритм и активность функционирования составляющих ее подсистем.

Сложно и во многом своеобразно экологическое взаимодействие биосферы с обществом, разнообразными последствиями человеческой деятельности. Человек, как и всякий живой организм, неразрывно связан с биосферой. Но его влияние на биосферу принципиально отличается от такового других организмов, поскольку обусловлено общественной природой человека, совершается в ходе и в результате, прежде всего, трудовой, производственной деятельности.

Воздействие человека на отдельные подсистемы биосферы стало сказываться еще в глубокой древности. Оно проявлялось в основном в изменении растительного покрова и истреблении отдельных видов животных. Установлено, что уже в эпоху верхнего палеолита первобытные люди полностью уничтожили многих крупных травоядных животных (мамонта, гигантских оленей, шерстистых носорогов и др.), продукты охоты на которых были главным источником питания людей и основным сырьем для хозяйственных целей, что вызвало существенные изменения в видовом составе животного мира в зонах обитания в целом. Начиная с эпохи неолита, с развитием земледелия и скотоводства общество стало оказывать сильное влияние на биосферу вследствие заметного уменьшения площади зеленого покрова планеты. В результате вырубки лесов, распашки лугов и выпаса домашнего скота огромные территории в различных регионах нашей планеты постепенно превратились в песчаные пустыни и скалистые горы. Как показывают археологические, палеоботанические и этнографические исследования, в таких

безлюдных сегодня пустынях, как Гоби, Каракумы, Кызылкум, Сахара и др., когда-то процветала жизнь древних цивилизаций. Люди, которые выкорчевывали леса, чтобы получить таким образом пахотную землю, и не представляли, что этим они положили начало запустению данных территорий, лишив их вместе с лесами центров скопления влаги. Можно полагать, что уже в древние времена уменьшение площади зеленого покрова планеты вносило определенные изменения в круговороты воды, углерода, азота в биогеоценозах и в какой-то степени сказывалось на глобальном круговороте этих элементов в биосфере. Должно было несколько уменьшиться и продуцирование кислорода. Однако методы геологии и палеонтологии не позволяют с достаточной точностью определить это.

По мере развития промышленности и развертывания других аспектов технической деятельности человека влияние общества на биосферу приобрело совершенно иные черты, обусловившие и особое название этого антропогенного воздействия — «техногенное». На первых порах, когда масштабы и темпы развертывания технической деятельности общества были сравнительно невелики, все ограничивалось относительно небольшими изменениями в биосфере. Она в ходе естественных процессов саморегуляции справлялась в той или иной мере с техногенными воздействиями, успевала приспособиться к вносимым в нее возмущениям. Но в дальнейшем, с возрастанием масштабов и темпов технической деятельности, возможности самовосстановления биосферы оказались уже недостаточными. Стали наблюдаться заметные изменения в химическом составе и физическом состоянии важнейших ее составляющих. В ходе научно-технического развития это явление достигло своей кульминации.

Сегодня одной из актуальных задач науки становится изучение возможных глобальных сдвигов в биосфере под влиянием техногенных факторов. Экологическое взаимодействие биосферы и общества должно поэтому стать важнейшей частью

глобальной экологии. Для выяснения причин наблюдаемых биосферных явлений и их динамики необходимо учитывать взаимную корреляцию различных воздействий на биосферу.

Глобальная экология призвана стать единым учением об экологических взаимоотношениях биосферы с факторами различного происхождения, комплексно исследовать влияние на нее антропогенных, космических, геофизических, геохимических и других процессов.

Экология человека. Чем выше организация системы, взаимодействующей с внешней средой, тем в большей мере интегративной и комплексной становится задача выяснения характера соответствующего экологического взаимодействия. В этом плане примечательно рассмотрение экологического взаимоотношения человека с окружающей его средой. В ходе общественной деятельности человек изменяет, но не отменяет, не уничтожает в себе природное, биологическое. Благодаря этому не исчезает, а исторически развивается взаимосвязь, преемственность между биологическим и социальным.

Законы биологии, как известно, неоднократно пытались экстраполировать на социальные явления. Так, в философии Ф. Ницше человек предстает как биологическое существо, живущее инстинктами, бессознательными побуждениями, а «борьба за существование» выдается за главную движущую силу социального развития. В ней все живое, начиная с клетки и кончая человеком, рассматривается как иерархия сил, соперничающих друг с другом в борьбе за господство. Герберт Спенсер на основе закона «выживания наиболее приспособленных» и «уподобления общества живому телу» создал «органическую» теорию общества, согласно которой в нем неизбежно должна быть классовая градация, дифференциация, чтобы оно могло существовать и развиваться. Наконец, следует отметить такое направление в социологии, как социальный дарвинизм. Его представители пытались объяснить взаимоотношения

различных социальных групп и классов в обществе законами естественного отбора и борьбой за существование. Во всех этих случаях сложнейшие социальные явления и процессы рассматриваются в основном посредством концептуальной системы, приемлемой лишь для объяснения динамики жизни в популяциях и сообществах животных. Попытки некритического распространения понятий и законов биологической экологии на область социальных явлений завершились вульгаризаторскими интерпретациями сложнейших процессов.

Метод познания не может быть выбран по субъективному усмотрению, ибо этот выбор должен исходить из учета закономерностей движения и организации рассматриваемого объекта. Рассмотрение проявлений экологического взаимодействия на уровне человека требует гораздо более глубокого и всестороннего подхода. Во главу угла здесь ставится интегративный, биопсихосоциальный характер процессов, а вследствие этого — качественное отличие от биологических связей. Недопустима и другая крайность — отрицание всякого влияния природного, биологического на социальном уровне. Как считал академик И. Т. Фролов, «неверно было бы полагать, что биологические факторы не играют никакой самостоятельной роли в жизнедеятельности человека и его будущего. Напротив, они приобретают порой такое существенное значение и так видоизменяют, трансформируют социальную сферу личности, что не видеть этого — значит быть попросту слепым» [4, с. 401].

Единство природного и социального в человеке выражается в соответствии с тезисом о биопсихосоциальной природе человека, что признается сегодня в качестве общего методологического основания при исследовании человека как целостного существа. Это положение можно рассматривать как ориентирующую установку и при определении, разграничении предметов экологии человека и социальной экологии.

Представляется, что рассмотрение экологического взаимодействия на социальном уровне следует начинать с анализа взаимоотношений отдельного индивида (как представителя человеческого вида) с внешней средой. Известно, что на человека воздействуют геофизические, геохимические, биологические, социально-бытовые, техногенные и другие факторы. Сегодня ведутся интенсивные исследования по выяснению механизмов загрязнения отдельными химикатами природной среды и последующего его влияния на здоровье людей. Существенное значение приобретает рассмотрение физических воздействий (радиоактивных, тепловых, электромагнитных, шумовых и т. д.) на человека. В данном случае изучаются преимущественно разнообразные патогенные реакции человеческого организма на воздействия внешней среды. Такие исследования в целом ведутся на основе принципов экологии, хотя широко используются и методы естественных и медицинских наук. Применение экологического метода для диагностики в патологии человека не только правомерно, но и необходимо. Какие-либо колебания в этом начинании могут быть продиктованы либо фидеистическими воззрениями на совершенно особое, т. е. божественное, происхождение человека, либо непониманием существа экологии как науки.

В настоящее время экология человека развивается в основном как отрасль медицинской науки. Предмет ее исследования — сохранение и поддержание здоровья человека с учетом его связей с окружающей природной и социальной средой. Особое внимание в экологии человека в последние годы уделяется воздействию социокультурных факторов на отдельного индивида, его психику. Человек адаптируется не только к природной, но и к внешней для него социокультурной среде. Это имеет определяющее значение при анализе, например, явлений неадаптируемости (маргинальности) иммигрантов к новым для них социальным, экономическим, политическим или культурным условиям.

Однако в подлинном смысле об экологии человека можно говорить, когда рассматривается и его воздействие на окружающую среду, которое всецело зависит от особенностей человеческого отношения к природе, определяется его «родовой» сущностью. Поэтому рассмотрение экологических связей человека должно предполагать и выяснение основных форм его отношения к природе.

Можно выделить следующие взаимосвязанные формы отношений человека как общественного существа к природе — теоретическое, практическое, эстетическое и этическое. Практическое отношение к природе включает в себя процессы, обеспечивающие производство и воспроизводство человеческой жизни. Через него осуществляется раскрытие человеческих сущностных сил, формируется теоретическое отношение к действительности.

Эстетическое отношение к природе проявляется в потребности человека созерцать красоту естественных явлений, отдельной местности, в художественном отображении наблюдаемых форм, пространства, света и т. д. Природные факторы обогащают изобразительные средства, методы художественного освоения действительности. Эстетическое отношение к природе, в свою очередь, способствует формированию идеи разумного подхода к природе в сознании широких масс людей.

Значительно возросло в последние годы значение этического отношения к природе. Проблема бережного обращения с растительным и животным миром, воспитание любви к природе становятся ныне одной из важнейших задач нравственного воспитания современного человека. Преступна не только политика геноцида, но и политика биоцида. Речь здесь идет вовсе не о возрождении анимистических чувств, а об осознании необходимости для человека (и для его физического существования, и для духовного обогащения) окружающей флоры и фауны и соблюдения определенной меры в преобразовании природы. Этический

индифферентизм по отношению к природе должен смениться ясным представлением о недопустимости ее разорения и уничтожения, об аморальном характере подобных действий. Природа для человека — источник жизни, красоты и добра.

Специфика и характер перечисленных форм отношения человека к природе существенно зависят от социально-экономической структуры общества, сложившихся в данной исторической ситуации разнообразных общественных отношений и ценностных установок. В целом посредством системы социальных связей окружающая природная среда приобретает универсальное значение для человека, удовлетворяя самые различные его потребности — от физических до духовных.

Социальная экология (экология общества). Необходимость особой отрасли знания, изучающей закономерности взаимодействия общества и природы, стала очевидной со второй половины XX столетия. Этому способствовали как беспрецедентное возрастание масштабов и темпов практического освоения природы, так и научно-теоретическое осмысление глобального статуса человеческой деятельности. Для науки, которая призвана объяснить и спрогнозировать основные тенденции развития, взаимодействия общества и природы, т. е. сформировать «общую теорию взаимодействия общества и природы», были предложены различные названия. Наибольшее признание получил термин «социальная экология». Аргументом в его пользу послужило наличие определенного сходства (при существенном качественном различии) общества с открытыми органическими системами (в характере процессов обмена веществ, энергии и информации с внешней средой).

Впервые понятие «социальная экология» было использовано американскими социологами Р. Парком, Э. Берджесом и Р. Макензи в середине 1920-х годов при изучении социологических аспектов развития большого города. Ныне оно приобрело соответствующее своему смыслу значение. Объектом

социальной экологии являются многообразные связи между обществом и природной средой. Характер этих связей весьма сложен и необычен. Они имеют многоуровневую структуру, в известной мере разнородный материальный субстрат. Закономерности же, которым они подчиняются, — нелинейные, обладающие вероятностным характером. При этом вся совокупность этих связей образует единое целое, обеспечивая обмен веществ, энергии и информации между обществом и природой.

Социальная экология — это междисциплинарная наука, изучающая закономерности взаимодействия общества и природы в пределах социоприродных систем (социоэкосистем) различного уровня организации и разрабатывающая методологию гармонизации данного взаимодействия. Другими словами, социальная экология — это наука о социоэкосистемах, закономерностях их функционирования и путях оптимизации.

Таким образом, объектом изучения социальной экологии являются социоэкосистемы различного уровня и масштаба — глобальная, региональная и локальная. Под *глобальной социоэкосистемой* понимается сформировавшаяся в пределах биосферы система *общество — природа,* включающая географическую оболочку Земли и все человечество. В отличие от нее *региональные* и *локальные социоэкосистемы* — это территориальные системы, объединяющие человеческие популяции с определенными пространственными зонами, выделенными на основании общности географических, биологических и других факторов.

Социальная экология призвана определять методологическую основу программ устойчивого развития, содействовать ноосферной ориентации исторического процесса. Кроме того, социально-экологические знания способствуют пониманию многих исторических событий, объясняют, например, причины исчезновения древних цивилизаций после появления земледелия и мелиорации [5].

Наряду с комплексным подходом к взаимодействию общества и природы, наметившимся в социальной экологии, развертываются и специальные исследования, направленные на экологическое обоснование новых принципов технологии, градостроительства, различных природопреобразующих мероприятий и т. п., которые в ряде случаев перерастают в относительно самостоятельные дисциплины экологического цикла. Это инженерная экология, агроэкология и т. д.

Космические аспекты взаимодействия общества и природной среды рассматриваются космической экологией. Последняя изучает сегодня преимущественно вопросы экологического обеспечения космических полетов. В целом она призвана решать вопросы оптимизации экологических связей человека с космической средой. Большое значение имеет не только изыскание возможностей для создания необходимых благоприятных условий в необычной, чуждой человеку среде, но и разумное отношение к космическим объектам и процессам, чьи законы поведения еще недостаточно познаны, а необдуманные воздействия на них могут привести к непредвиденным последствиям. Уже сегодня перед космической экологией стоят, например, проблемы изучения изменения атмосферы космических тел, вызванного воздействием продуктов сгорания ракетных двигателей, засорением космического пространства техническими объектами, прекратившими свое функционирование, и т. д.

Экология: наука или мировоззрение? В последнее время довольно широко распространена точка зрения, согласно которой экология, по мере обобщения, теряет научное качество и становится определенным воззрением или идеологией. В таких случаях нередко под сомнение ставится объективное содержание новых направлений экологии, смешиваются и противопоставляются различные функции экологического знания. Считается, что научным качеством могут обладать

лишь узкоспециализированные дисциплины со строго определенными, устоявшимися методами и принципами. Такой взгляд на науку в современных условиях можно понимать как исторический анахронизм. Это имеет и негативные практические последствия, отражается на развитии экологического образования. Считается, что экологическое мировоззрение нужно формировать не на основе преподавания экологии, а иными способами, опираясь, например, на средства массовой коммуникации, литературу, искусство и т. д. Отдавая дань экологическому просвещению, не следует забывать и о научно-теоретическом основании экологического образования — экологии.

Беспочвенно также однозначно сводить экологические вопросы к этике. Экологические знания зачастую обосновывают определенную альтернативу для принятия решений относительно природопреобразующей деятельности человека, конечный выбор которой зависит от этических установок, господствующих в обществе. Однако это не означает, что такие вопросы, как сохранение того или иного вида животных, относятся только к области этики.

Социальная функция экологии наиболее рельефно выражается в регулятивном, нормативном характере экологических знаний по отношению к практическому освоению действительности. Последний базируется на отображении объективных законов экосистем и всестороннем исследовании возможных последствий антропогенного воздействия на природную среду. Поэтому нет никаких оснований противопоставлять социальную и гносеологическую функции экологии. Подлинный смысл и назначение науки заключаются в выполнении определенных социальных функций, невозможных, в свою очередь, без объяснительной, прогностической и других функций научного познания.

Экология, обретя некоторые черты мировоззрения, не отчуждается от науки. Напротив, именно в силу своего объективного характера она оказывает все более существенное влияние

на мировоззрение и поведение людей. Деятельность человека по отношению к природе, конечно, коррелируется и этическими, и эстетическими мотивами, но только на первый взгляд может показаться, что альтернатива уничтожить или сохранить, например, леса — только этический (или эстетический) вопрос. То, что леса, помимо всего прочего, — важнейшие производители кислорода на нашей планете, — научно установленный факт. Не все так просто и с животным миром. Каждый его вид выполняет определенные функции, и его исчезновение может нарушить устои всей экосистемы со всеми вытекающими отсюда последствиями. В целом от решения экологических вопросов зависят не только жизнь человека, но и состояние отдельных компонентов биосферы, а также физических, астрономических параметров нашей планеты и ее космического окружения.

Вместе с тем любое мировоззрение (как духовное явление) может быть научным или ненаучным, поэтому его нельзя a priori противопоставлять науке. Каждая наука в зависимости от меры отображения реальности и, прежде всего, социальной значимости ее положений и результатов в той или иной степени влияет на взгляды и идеи людей, на их отношение к действительности. Собственно, в этом и заключается одна из важнейших социальных функций науки.

Является ли экология только общенаучным подходом? Наконец, следует выделить точку зрения, согласно которой экология перестает быть самостоятельной наукой вследствие распространения ее идей на другие области научного познания. Считается при этом, что правильнее толковать экологию не как самостоятельную науку, а как специфический общенаучный подход к изучению различных объектов природы и общества наряду с системным, синергетическим и кибернетическим подходами. В данном случае экология как наука противопоставляется экологическому подходу как средству (методу) познания. Правомерно ли это?

Каждый метод познания имеет онтологическую и гносеологическую стороны. Онтологическая характеризует объективное содержание метода и определяется достигнутой мерой отображения реальности. Выявленные закономерности могут выполнять роль средства познания, если на их основе выработаны некоторые понятия, приемы, принципы, правила и т. д. Последние составляют гносеологическую сторону метода и предстают как компоненты относительно самостоятельной системы знаний. И именно они служат непосредственным инструментом познания. Это обстоятельство создает иллюзию независимости того или иного метода и подхода от объективных закономерностей, отображением и определенным перевоплощением которых они и являются. Иногда метод представляют чуждым объекту, субъективной процедурой. Однако в таком случае он не мог бы вести познание и практическое действие к овладению объектом. В методе познания объективная закономерность превращается в правило действия субъекта.

Онтологическое содержание общенаучных подходов отражает определенные законы, связи и отношения, свойственные объектам различной природы. Сами эти законы, связи и отношения должны выявляться конкретной наукой. Нет нужды доказывать, что кибернетический подход основывается на закономерностях, установленных кибернетикой. Последняя, в частности, выявила закономерности, определяющие единство процессов управления и переработки информации, а также инвариантные аспекты во внешнеповеденческих функциях качественно различных материальных систем. Системный подход к объектам различной природы возможен также благодаря такому объективному свойству действительности, как системность. Это в той или иной форме находит отражение в различных вариантах теории систем. Вряд ли можно рассматривать различные процессы с позиций синергетики без научного подтверждения универсальности феномена самоорганизации для качественно разных явлений.

В целом общенаучность подхода или метода обусловлена фактом отражения в них многообразных форм проявления единства мира — единства структур, законов, внешнеповеденческих функций и т. д. Экологический подход основывается на единстве принципов экологического взаимодействия между любой выделенной системой и окружающей ее средой, независимо от принадлежности к тому или иному уровню организации и форме движения материи. Относительная самостоятельность экологического подхода — не есть его абсолютно независимое существование. Экологический подход — не отчужденная от экологии автономная система знаний, а инструментальное воплощение экологического знания. И по мере развития отдельных направлений экологии происходят его обогащение и дальнейшее обобщение. Развивающаяся система экологического знания и претендует на роль теории экологического подхода.

Итак, в настоящее время наметилась тенденция к развитию глобальной и социальной экологии, экологии человека. Ни в коей мере не отождествляя их с биологической экологией, можно говорить о наличии в экологических дисциплинах ряда общих черт, инвариантных аспектов. Это позволяет считать экологию комплексным научным направлением.

Важнейший результат обобщения экологии — создание глобальной и социальной экологии. Первая рассматривает экологические взаимоотношения биосферы преимущественно с внешними для нее воздействиями, а вторая — общества с природной средой. Объекты этих наук различны, но в ряде аспектов они пересекаются. Общество взаимодействует, прежде всего, с биосферой, и всякие изменения в последней в конечном итоге определенным образом отражаются на обществе, порождая разного рода социально-экономические коллизии. Поэтому та часть глобальной экологии, которая исследует изменения биосферы под воздействием антропогенных факторов, непосредственно связана с социальной экологией.

И если глобальная экология рассматривает взаимодействие биосферы и общества «со стороны» биосферы, то социальная делает это «со стороны» общества. Это обстоятельство нередко служит основанием для того, чтобы социальную экологию представить в качестве раздела глобальной экологии или даже их отождествить. Однако социальная экология изучает экологическое взаимодействие общества с природной средой в неограниченном пространственно-временном масштабе, поэтому ее проблематика не исчерпывается только вопросами взаимодействия общества с биосферой. В связи с освоением космоса область взаимодействия общества с природной средой вышла за пределы биосферы и практически охватывает все околоземное космическое пространство.

Социальная экология привносит новые моменты в понимание как прошлого, так и современного состояния общества, в формирование экологобезопасной стратегии цивилизации. Вместе с тем она ориентирована на будущее, создавая научно-теоретические предпосылки устойчивого развития, ноосферогенеза.

Вопросы для самопроверки

1. Что означает термин «экология» и кем он был предложен?
2. Как определяются предметы изучения биологической, глобальной и социальной экологии?
3. В чем проявляется единство различных направлений экологии?
4. Почему возможно взаимодействие исторической науки с социальной экологией?
5. Каким образом мировоззренческая функция экологии связана с ее познавательной функцией?
6. Чем обусловлен общенаучный статус экологического подхода?

I. Концептуальные и методологические основания экологического познания

> Мир предстает перед нами как калейдоскопический поток впечатлений, который должен быть организован нашим сознанием.
>
> *Б. Уорф*

Современная экология становится своеобразным узлом, объединяющим различные направления человеческого познания и практики. Методологическая основа экологических исследований связана с научным мировоззрением, философскими принципами единства мира (единство общества и природы), всесторонности (системности), развития (самоорганизации), а также с доминирующими ценностными установками эпохи. Концептуальную основу экологического познания составляют общие экологические понятия, положения классической экологии, географии, социологии, а также системный, информационный, ноосферный и синергетический подходы. Определяющее значение в экологических исследованиях (в силу сложности, многомерности, пространственно-временной распределенности изучаемых процессов) имеет метод моделирования.

1. Общие экологические понятия

Экологические понятия — это совокупность знаний, в которой отражены наиболее существенные факторы взаимоотношения живых систем с внешней средой. Для каждого направления экологии характерны свои специфические понятия. Вместе с тем во всех направлениях экологии можно выделить целый ряд общих понятий, определяющих логику экологического познания и позволяющих говорить о единстве экологии. Рассмотрим их подробнее.

Взаимосвязь сообщества организмов и неживой среды на конкретной территории, как уже отмечалось, образует некоторую целостность, экосистему. Это понятие всесторонне

отражает предмет экологических исследований, его основные компоненты, связи и отношения. *Экосистема* характеризуется видовым разнообразием, цепями питания (трофической структурой), энергетическими, информационными процессами, круговоротом веществ. Все процессы в ней связаны с накоплением и передачей энергии по трофическим цепям.

В каждом направлении экологии исследуются экосистемы разного уровня: глобальные, региональные и локальные. Их компонентами нередко являются и сообщества людей. Все экосистемы — открытые и самоорганизующиеся. Развитие и авторегуляция в них осуществляются благодаря наличию положительных и отрицательных обратных связей.

Открытость экосистем обусловлена тем, что они получают, преобразовывают и отдают вещество, энергию, информацию. В связи с этим различают среды на входе и выходе экосистемы, состояние которой зависит от характера среды на ее входе и от уровня организации (сложности) самой экосистемы.

Имеется обратная связь между внешним воздействием и реакцией экосистемы на него. Если поведение экосистемы усиливает результаты внешнего воздействия, то это положительная обратная связь, если уменьшает — отрицательная. Сохранению стабильности экосистемы содействует отрицательная обратная связь, а ее изменению — положительная. Наличие отрицательной обратной связи предотвращает, например, полное выедание животными растений на лугах, абсолютное истребление хищниками своих жертв, замену всего кислорода атмосферы на оксид углерода и т. д. Положительная обратная связь способствует (в определенных пределах) развитию экосистем. Но ничем не ограниченная положительная обратная связь может привести к разрушению экосистемы. Действие положительной обратной связи в экосистеме обычно сжато во времени, рано или поздно начинает действовать отрицательная обратная связь, и экосистема приходит в состояние динамического равновесия.

Действие обратной связи объясняется на основе принципа Ле Шателье — Брауна, согласно которому изменение любых переменных в системе в ответ на внешние возмущения происходит в направлении компенсации производимых возмущений. Благодаря этому система возвращается в первоначальное состояние, если производимые возмущения не превышают пороговых значений.

Экосистемы можно классифицировать по пространственно-временному принципу и по характеру (природе) процессов, протекающих в них (рис. 1).

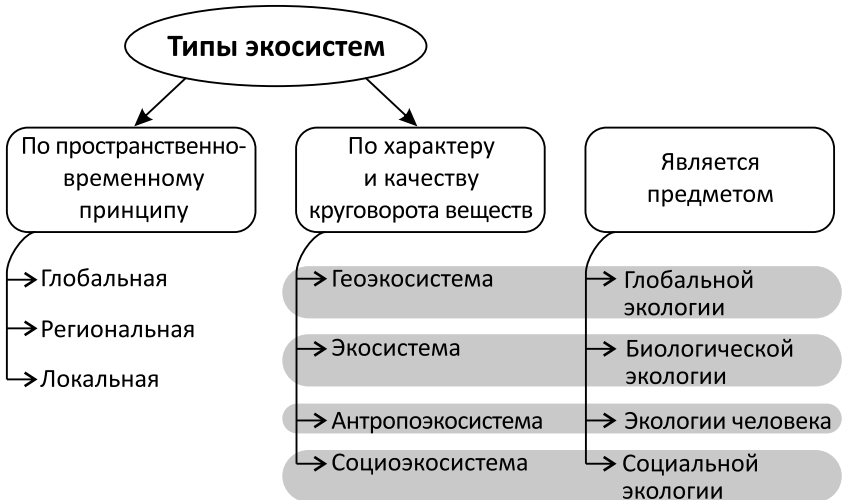


Рис. 1. Классификация экосистем
по пространственно-временному принципу
и характеру протекающих в них процессов

Фундаментальное значение имеет рассмотрение динамики экосистем. Возможности существования и развития любой экосистемы, как уже отмечалось, связаны с обменными процессами между главным объектом и средой, поэтому взаимодействие живых систем со средой определяется как *экологическое взаимодействие.* Содержание экологического взаимодействия обусловлено характером обмена между главным объектом и средой.

Так, на уровне биоэкосистем энергетический обмен характеризует цепь питания в экосистеме (растения — травоядные — хищники — паразиты). Вещественный обмен связан с биосферными круговоротами (круговорот углерода, азота и других веществ), информационный обеспечивает эффективность регуляционных процессов в экосистеме, опережающее приспособление главного объекта к изменяющимся условиям среды.

Итак, для существования главного объекта экосистемы необходим обмен веществом, энергией и информацией с внешней средой, который в идеале должен быть непрерывным. В действительности же он имеет дискретный (прерывистый) характер, и всегда существуют различия между приходящими и уходящими потоками вещества, энергии и информации, что создает предпосылки для появления *экологических противоречий.*

Экологические противоречия, возникающие в социоэкосистемах, порождают *экологические проблемы,* анализ которых возможен на основе знаний истории и причин возникновения экологических противоречий, способов их разрешения.

Экологические противоречия, зарождающиеся в экосистемах, определяют их изменение и развитие. *Экологическое развитие* предполагает усиливающееся взаимодействие экосистемы с окружающей средой. В ходе развития возможно изменение структуры и функций экосистем, поэтому особое место в характеристике экологического развития занимает прогноз.

Экосистема, сохраняющая динамическое равновесие со средой и самотождественность при всех изменениях, считается устойчивой. *Экологическая устойчивость* — понятие, отражающее сохранение качественной определенности экосистемы, неизменность ее организованности в течение неопределенно долгого времени. Устойчивость природных экосистем есть функция биологического разнообразия и количества

живого вещества. Именно разнообразие видов в экосистеме, генетическое разнообразие внутри вида, разнообразие абиотических природных условий и соответствующих им природных сообществ обеспечивают устойчивость системы за счет многократного дублирования необходимых взаимодействий. Устойчивость социоэкосистем связана с мерой осознания обществом наличия дисгармонии и развертыванием соответствующей экологической деятельности. Устойчивое развитие в данном случае понимается как длительное, непрерывное развитие системы *общество — природа*. Нетрудно заметить, что концепция устойчивого (поддерживаемого) развития связывает идеи эволюции, историзма с прогностикой, приобщая к заботе о будущем.

2. Принцип системности и экологический подход

Высший идеал научного познания — стремление отобразить объекты действительности во взаимной связи и взаимодействии различных сторон, в движении и развитии. В зависимости от уровня теоретического и практического освоения мира этот идеал находил определенное конкретно-историческое выражение. Еще в античности пытались целостно отобразить окружающий мир. Однако целостный подход античной науки был существенно ограничен. Верно схватывая общий характер всей картины явлений, он не мог объяснить те частности, из которых она складывается. А пока они оставались неизвестными, оставалась неясной и общая картина. Научному познанию древности недоставало дифференцированного подхода. Необходимо было предварительно разложить природу на ее отдельные части, вырвать из всеобщей связи различные явления и рассматривать их изолированно. Впоследствии именно этот аналитический, «элементаристский», подход привел к появлению в Новое время экспериментального естествознания.

Познание стало осуществляться на основе выделения из бесконечной сети явлений и процессов определенного среза действительности. Выделенный объект познания в принципе должен рассматриваться с точки зрения как его внешнеповеденческих функций, так и его строения. Тем не менее познание выделенного образования долгое время происходило на функциональном уровне. История естествознания показывает, что научное познание в течение нескольких веков ограничивалось исследованиями преимущественно внешних связей объекта (без должного анализа его внутреннего субстрата). Раскрывался в основном внешний план причинности, и это считалось единственным реально возможным способом объяснения процессов природы. Переход от рассмотрения внешних проявлений вещей к внутренней их сущности порой казался на грани фантастики. Своеобразной философской рефлексией на сложившуюся ситуацию в науке было кантовское учение о непознаваемости «вещи в себе». Стиль мышления периода формирования экспериментального естествознания образно отразил в стихах известный физиолог XVIII в. А. фон Галлер:

Природы внутреннюю суть
Познать не в силах ум людской,
Он счастлив, если видит путь
К знакомству с внешней скорлупой.

«Функциональный период» в истории научного познания ознаменован рядом выдающихся научных результатов. Объективно отражая определенный аспект действительности, функциональный подход позволял на основе конкретных экспериментов выявлять заранее неизвестные зависимости исследуемых объектов от различных внешних факторов. Достаточно напомнить, что классическая физика, прежде всего, — итог «функционального периода» познания объективной реальности.

В ходе развития теоретического познания стала осознаваться необходимость выявления внутренних закономерностей объектов науки, особенностей их строения. При этом фундаментальную эвристическую роль сыграло атомистическое учение, восходящее к древнейшим философским концепциям. Идеи атомистики оказали существенное влияние на творчество Бойля, Ньютона, Ломоносова, Дальтона, Авогадро, Менделеева и других выдающихся естествоиспытателей. Благодаря их усилиям, на базе идей атомистического учения (еще до экспериментального подтверждения существования атомов) была разработана физико-химическая теория строения вещества. На ее основе в XIX в. были достигнуты разительные успехи в области химии.

Возникновение в XX столетии атомной физики и других новейших областей естествознания оказалось подлинным переворотом в развитии методов структурного объяснения явлений природы. Все известные электрические, механические и химические законы стало возможным выводить из квантовой электродинамики, раскрывающей элементарное строение вещества на электронно-ядерном уровне. Современное естествознание стоит на пороге структурного объяснения данных физики элементарных частиц, химии и биологии в их единстве.

Однако по мере развития научного познания все более четко обозначились реальные возможности аналитического подхода. Прежде всего, было выявлено, что существует широкий класс объектов действительности, адекватное познание которых невозможно только путем простого деления на части и последующего суммирования полученных результатов. В таких объектах сам характер взаимосвязи составляющих элементов, структура этих связей обусловливают свойства всего целого, не присущие отдельным его частям. Наличие таких специфических свойств у определенных объектов было отмечено

еще Аристотелем, когда он рассматривал своеобразие живых организмов. Современная наука, несмотря на впечатляющие успехи в области выяснения физико-химических механизмов биологических процессов, специфику живого также объясняет своеобразием организации материи на этом уровне. Общепризнано, что познание живых образований, наряду со структурным физико-химическим анализом, должно осуществляться на основе методов, позволяющих отобразить саму суть живого.

Предпосылкой таких методов послужил *принцип системности,* исторически получивший развитие в философии. Уже из философских построений Шеллинга и Гегеля неявно следовал вывод о том, что предметное знание, или знание о предметах как таковых, есть лишь непосредственное, простое знание, от которого необходимо перейти к знанию субстанциональному или системному, когда предмет выступает как включенный в более широкую систему.

Эвристическая функция философского принципа системности на уровне общенаучной методологии выразилась в середине XX столетия в широком развертывании системных исследований, становлении системного подхода, методов системного анализа и появлении различных теорий систем. Потребность в системных методах исследования, разумеется, не ограничивается областью биологии. Она проявляется и в сфере физики элементарных частиц, где полученная обширная информация требует для теоретического осмысления принципиально новый концептуальный аппарат, и во всех других областях, где в зависимости от количества анализируемой информации достигаются качественно новые результаты.

Следует подчеркнуть, что появлению системных методов исследования способствовали причины не только теоретического, но и практического характера. И нынешнему состоянию системных исследований отвечает характеристика системного

подхода как одного из методологических направлений современной науки, связанного с представлением и изучением объектов как систем. Важнейшая гносеологическая особенность системных методов исследования — это отражение взаимодействия рассматриваемых элементов в рамках определенного уровня целостности. Степень целостности изучаемого объекта определяет формы и методы его системного анализа.

В связи с развитием и обобщением экологии сформировался экологический вариант системного подхода, или *экологический подход.* Особенность экологического подхода заключается в том, что в представление об экосистеме имплицитно входит разделение ее структуры на две крупные подсистемы. Одна из них «помещается» в центр системы и рассматривается как главный объект, другая — как окружающая среда. Все связи оцениваются, прежде всего, по их воздействию на установленный объект. Поэтому считается, что экологический подход представляет собой частный случай (центрированный вариант) системного подхода. В системном исследовании имеют дело с анализом не только самой системы, но и относящейся к ней среды. В исходном пункте нашего анализа мы в равной мере не знаем ни систему, ни среду. Экологический подход вносит некоторую определенность в данный вопрос. Выбирая центральный объект по тому или иному критерию, исследователь автоматически разграничивает систему и среду, выявляет контуры основных связей между ними.

Общенаучный характер экологического подхода определяется тем, что в качестве центрального объекта можно представить любой из компонентов природной и социальной действительности. Это дает качественно новые возможности для раскрытия структуры взаимодействия, например, технических и агросистем с окружающей средой. На этой основе возникли инженерная экология и агроэкология.

3. Экологическое познание и учение о ноосфере

Экологические знания, как уже было отмечено, выполняют существенную эвристическую функцию при объяснении причин многих исторических событий. Так, социальная экология, исследуя исторический процесс с «социоприродных» позиций, ориентирована в целом на будущее. Социальные программы обеспечения экологической безопасности, устойчивого развития, гармонизации взаимоотношений общества и природы, разрешая наметившиеся ныне противоречия во взаимодействии общества и природы, имеют существенный футурологический контекст. Их методологическую основу в значительной мере определяет учение В. И. Вернадского о биосфере и ноосфере, которое, будучи основанным на данных естествознания и логики глобального эволюционизма, предстает как доминирующий ориентир в социальной экологии, как универсальный методологический подход.

Если человечество — это часть природы, то на каком-то этапе развития, как полагал Вернадский, оно должно осознать свою глобальную функцию по поддержанию биосферных процессов и действовать с учетом законов биосферы. Однако является ли человечество продолжением природы или оно представляет собой инородное тело в ее организме?

Человек появился на Земле в результате сложнейших эволюционных процессов, происходивших на нашей планете. Он, несомненно, находится на вершине прогрессивного развития материи (если прогрессом считать возникновение и развитие жизни). Еще много неясных страниц в этой удивительной истории, но если исходить из реальных фактов, то в человеке четко различаются организменный и личностный уровни. Считается, что организменным уровнем он включен в связь природных явлений и подчиняется законам природы, а личностным обращен к общественным, культурным явлениям.

Вечным вопросом остается связь этих уровней, взаимоотношение материального и идеального, духовного в человеке. Именно от характера этих связей зависит ответ на вопрос:

является ли человечество этапом в эволюции материи или материя породила в нем уничтожающее себя существо. Владимир Иванович Вернадский попытался ответить на этот вопрос путем выяснения возможных биосферных функций человечества. Эволюция биосферы шла в направлении увеличения запаса ее устойчивости относительно окружающей среды. В ней протекает цепь процессов, последовательно утилизирующих энергию Солнца. Запас устойчивости экосистем и всей биосферы зависит от ее накопления.

Человек, научившись добывать огонь, все активнее стал использовать аккумулированную в растениях энергию Солнца, а впоследствии и энергию горючих ископаемых. Его главным отличительным свойством, таким образом, оказалась способность использовать энергию, накопленную в былых биосферах. Расточительное расходование ресурсов природы при этом сопровождается загрязнением природной среды. До сих пор деятельность человека, как ни странно, объективно направлена на ослабление устойчивости биосферы, на уменьшение ее разнообразия. Человечество продолжает стихийно размножаться, истребляет богатство природы, отравляет окружающую среду.

Однако при этом все больше растет потенциальная возможность человека совершенно другим путем повышать устойчивость биосферы, обеспечивать длительное ее развитие. Обладая разумом, он способен познать закономерности биосферных процессов и действовать в направлении, увеличивающем разнообразие биосферы, а следовательно, и ее устойчивость. В этом, возможно, и заключается эволюционно обусловленная биосферная функция человечества.

Возникновение у человека способности к научному познанию Вернадский считал не случайным, а закономерным, космическим явлением, связанным непосредственно с его эволюцией. Получается, что в человеке природа посредством научного мышления познает самое себя и определяет свое будущее.

Биосферная функция человечества при оптимистическом взгляде на будущее должна заключаться в поддержании и целенаправленном развитии биосферы. Осознание и реализация этой функции непосредственно связаны с развитием научного познания, экологического образования, наличием соответствующих социальных, экономических, политических предпосылок и, самое главное, с доминированием в общественном сознании гуманистических и экологических убеждений. Процесс реализации биосферных функций человека можно считать становлением ноосферы, которая предстает таким этапом в истории нашей планеты, когда научное познание, а не стихийные силы и темные страсти направляют развитие системы *общество — природа* и ведут к становлению экологической цивилизации.

Термин «ноосфера» (греч. νόος — разум и σφαιρα — шар) был предложен французским естествоиспытателем Э. Леруа в середине 20-х годов прошлого столетия. Ноосфера, по его мнению, характеризует процесс перехода биосферы в новое эволюционное состояние под воздействием человека. На творчество Леруа сильное влияние оказала работа Вернадского «Автотрофность человечества» (1925), где обращалось внимание на особую роль человека в преобразовании биосферы, превращении ее в качественно новое состояние. В биосфере, как считал ученый, существует великая геологическая, быть может, космическая сила, планетарное действие которой обычно не принимается во внимание. Эта сила есть разум человека, устремленная и организованная воля его как существа общественного.

Концепция ноосферы получила развитие в работах другого французского ученого — П. Тейяра де Шардена, особенно в его книге «Феномен человека». В развитии нашей планеты он выделяет следующие, последовательно сменяющие друг

друга стадии: преджизнь (предбиосфера), жизнь (биосфера) и «феномен человека», т. е. собственно ноосфера. Ноосфера в его трактовке возникает и развертывается вне биосферы. Это пласт мыслей, обволакивающий планету.

Новое содержание понятию «ноосфера» придал Вернадский в последние годы своей жизни. Для него ноосфера — такое же материальное образование, как и биосфера: «Наблюдается интенсивный рост влияния одного вида живого вещества — цивилизованного человечества — на изменение биосферы. Под влиянием научной мысли и человеческого труда биосфера переходит в новое состояние — в ноосферу» [6, с. 27].

В наше время человек, благодаря науке, становится решающей силой в эволюционном процессе и круговоротах биосферы. При этом имеются в виду не только его естественные взаимоотношения с природой, но и связи, обусловленные его деятельностью. Эти идеи все в большей степени влияют на способы решения проблем экологии.

Основные предпосылки перехода биосферы в ноосферу можно свести к следующему:

- высокий уровень развития науки, всесторонняя обоснованность любой человеческой деятельности;
- политическое единство человечества, исключающее войны из жизни людей;
- высокое качество жизни людей в самых различных частях нашей планеты;
- социальное равенство на Земле, исключающее расизм, нищету, эксплуатацию;
- развитость средств массовой информации и коммуникаций;
- наличие альтернативных и безотходных технологий, источников энергии, особенно эффективных способов утилизации энергии Солнца.

Ноосферный подход позволяет обосновать экологическую перспективу современной цивилизации, исходя из гуманистического понимания сущности ноосферы. Он призван содействовать определению способов и средств гармонизации жизнедеятельности человека и его отношений с природной средой. Если считать, что ноосфера должна основываться на высшем проявлении интеллекта — научном познании и глубоко продуманных и аргументированных действиях людей, то эволюция современной цивилизации предстает как переход к устойчивому развитию.

4. Экологический мониторинг

Информационный фактор в экологии имеет относительно самостоятельное значение. Без эффективной системы получения разнообразной информации бессмысленно говорить о возможностях разрешения экологических противоречий современного общества. Информационная сфера — это та область деятельности, где только и можно разорвать замкнутый круг экологических противоречий.

Под информацией обычно понимают сведения о чем-либо; сообщение, уменьшающее неопределенность; знание, необходимое для принятия решения или управления какими-то процессами; разнообразие рассматриваемой системы; разнообразие, отраженное в другом объекте.

Понятие «экологическая информация» означает любую информацию о состоянии компонентов природной среды (атмосфера, гидросфера, литосфера, ландшафт, биологическое разнообразие); о факторах, влияющих на природную среду (вещество, энергия, излучение, шум); о мерах, касающихся природоохранной деятельности в сфере политики, законодательства, образования и т. п.

Экологическая проблема имеет существенный информационный аспект. Сюда входит обширный круг вопросов: изучение информационных последствий преобразования природной

среды, нарушений информационных связей (информационной причинности) в явлениях и процессах биосферы; получение информации о состоянии природной среды, антропогенных воздействиях на нее, загрязнении среды, истощении ресурсов и т. п.; поиски новой научной и технологической информации для обеспечения устойчивого развития общества и др.

Перечисленные вопросы в целом определяют предметное поле экологической информатики, которая подразделяется на геоэкоинформатику и социоэкоинформатику. Геоэкоинформатика осуществляет информационное обеспечение биосферных и экологических исследований в целях рационализации природопользования и контроля за состоянием природной среды.

Для того чтобы выделить антропогенные преобразования на фоне естественных природных изменений, необходимо организовать контроль, основанный на всестороннем наблюдении за изменением состояния биосферы под влиянием человеческой деятельности. Именно такую информационную систему называют мониторингом.

Экологический мониторинг — это система регулярных наблюдений, которая дает информацию, позволяющую оценить прошлое, настоящее и будущее состояния природной среды. Интегральными составляющими экологического мониторинга являются геофизический и космический мониторинг биосферы, а также социально-экологический мониторинг. На сегодняшний день подавляющий объем биосферной информации поставляется искусственными спутниками Земли. При этом четко различаются элементы ландшафта, растительность, зоны загрязнения и т. п.

Основные преимущества космического мониторинга — получение информации о биосфере в целом; многократная регистрация одних и тех же параметров биосферы через определенные промежутки времени в целях изучения динамики развития процессов; оперативный сбор информации.

Спутниковая информация должна использоваться в сочетании с наземными наблюдениями, для развития которых важны стационарные и экспедиционные исследования. Поэтому почти все страны имеют систему национального мониторинга, т. е. специальную информационную систему наблюдений, анализа и прогноза состояния природной среды на своей территории.

На глобальном уровне контроль за состоянием природной среды осуществляется соответствующими структурами ООН. Согласно Программе ООН по окружающей среде — ЮНЕП (UNEP — United Nations Environment Programme), — определились три основных подразделения: Глобальная система мониторинга окружающей среды, Международный регистр потенциально токсичных химических веществ и Международная система информации по окружающей среде.

Содержание и форма взаимодействия общества с природной средой в значительной степени определяются достигнутым уровнем знаний о природе и путях их практического применения. В общей сложности все это составляет содержание социоэкоинформатики, куда входят и проблемы развития научной информации. Ибо в конечном итоге главная функция науки — получение информации, необходимой для обеспечения различных сторон жизнедеятельности общества. Общий объем этой информации непрерывно увеличивается за счет бурного развития науки. С массовым внедрением информационных технологий возможен реальный переход от экстенсивного к интенсивному типу взаимодействия общества с природой. При этом предполагаются эффективное использование вовлеченных в общественное производство ресурсов природы; создание менее энерго- и металлоемкой техники, альтернативных технологий; значительное уменьшение отходов и загрязнений среды.

Социально-экологический мониторинг — это система отслеживания перемен, происходящих в обществе и состоянии общественного сознания, связанных с появлением угрозы экологического кризиса. Социально-экологический мониторинг как часть системы экологического мониторинга призван обеспечить органы государственной власти, общественные организации и граждан объективной информацией о состоянии и тенденциях развития экологической ситуации.

В условиях перехода общества к устойчивому развитию основной задачей социально-экологического мониторинга является определение состояния различных срезов общественного сознания; уровня экологического сознания и поведения отдельных слоев населения, их отношения к экологии, тем или иным государственным решениям по этому вопросу, рейтинга экологических движений, экологических партий; изменения общественного мнения по экологическим проблемам в результате деятельности СМИ; отношения к государственной экологической политике в целом и др.

Своевременное получение разносторонней экологической информации является предпосылкой безопасного развития общества, повышения уровня и качества жизни людей.

5. Метод моделирования и принцип оптимальности

Экосистемы относятся к классу нелинейных систем и характеризуются неопределенностью состояний. Поиски того, что здесь причина, а что — следствие, подобны погоне за неуловимым. Экосистемы качественно и количественно неоднородны. Так, экосистемы пустынь радикально отличаются от тайги или тропических лесов — и по биологическому разнообразию, и по трофической структуре, и по пространственным показателям, т. е. по протяженности, распределенности компонентов и временным характеристикам, длительности протекающих в них процессов. Сложность экосистем,

особенности их пространственно-временных характеристик обусловливают зачастую опосредованное изучение их на тех или иных моделях. Человек всегда искал пути разумного упрощения сложного. Моделирование же в своем историческом развитии выступало надежным инструментом упрощения. Важное значение в экологии приобретают прогностическая и преобразующая функции моделирования, когда модель становится инструментом оптимизации природопреобразующей деятельности, определяет перспективы развития системы *общество — природа* на различных уровнях (локальном, региональном, глобальном).

Моделирование — это метод опосредованного познания действительности, когда изучается не сам объект (оригинал), а некоторый его прототип — модель. Слово «модель» происходит от латинского *modulus* (мера, такт, ритм, величина) и связано со словом *modus* (способ, образ). В течение столетий модели использовались без особого обоснования в архитектуре, скульптуре и технике.

Первая теория моделирования, опирающаяся на подобие явлений, была разработана в физике в XVII — XVIII вв. Создание научных основ моделирования связано с именем Исаака Ньютона, построившего наглядную механическую модель световых явлений и осуществившего математическое описание (моделирование) процесса тяготения.

Дальнейшее развитие моделирования было обусловлено усовершенствованием теории подобия и разработкой теории размерностей. В основе теории подобия лежит предпосылка, согласно которой два явления подобны, если по заданной характеристике одного явления можно получить характеристику другого.

Теория размерностей, определяя вид формул, выражающих зависимость между физическими величинами в изучаемых явлениях, существенно способствовала развитию

математического моделирования. Связь теории подобия и теории размерностей была обоснована в начале XX в. Т. А. Афанасьевой-Эренфест.

Метод моделирования, пройдя долгий путь развития, в естествознании XX в. приобрел свои наиболее развитые формы. Совершенствование вычислительных машин, компьютеров позволило комплексно моделировать сложные взаимосвязанные объекты. Определенные трудности, встречающиеся при создании моделей и взаимосвязанных объектов, преодолеваются благодаря системному анализу и использованию в последнее время синергетического подхода.

При моделировании экосистем исключительно велика роль апроксимационной функции моделирования. Создавая модель явления, мы имеем возможность на первых этапах познания радикально упрощать исходную картину явления с тем, чтобы в последующем дополнять ее новыми чертами. Познание идет от первых, существенно упрощенных моделей к моделям, все более адекватным явлению. Информация об относительно небольшом числе переменных может послужить достаточной основой для построения эффективных моделей сложных систем. Это связано с тем, что каждое явление в значительной степени управляется «ключевыми», «узловыми» факторами.

Математические символы представляют собой удобный способ описания экосистем, они позволяют выразить возможный способ взаимодействия разных компонентов экосистем. Перевод физических или биологических представлений в ряд математических зависимостей и операций составляет суть математического моделирования экосистем.

Весьма существенны прогностическая функция моделей, их возможность предсказания неизвестных ранее свойств объекта. Чаще всего моделирование в экологии используется именно для предсказаний изменений той или иной экосистемы во времени.

Вместе с тем могут проявиться и некоторые другие функции моделей. Так, в настоящее время множество моделей в экологии можно разбить на две большие группы: аналитические модели, где тот или иной математический аппарат используется для описания экологического объекта, затем он исследуется и делаются выводы о его поведении; и имитационные модели, в которых компьютер служит основным средством моделирования и исследования. Типичным примером первых можно считать знаменитые модели *хищник — жертва,* предложенные итальянским математиком Вито Вольтеррой в 20-е гг. прошлого века. Ко второй группе относятся так называемые системные модели. На их основе были получены блестящие результаты под руководством академика Н. Н. Моисеева в России при моделировании функций биосферы и Римским клубом при моделировании взаимодействия общества и природы (глобального развития).

Наконец, моделирование призвано выявить скрытые возможности изменения физических, химических и биологических параметров экосистем под влиянием различных факторов. Оно выступает в качестве основного прогнозирующего инструмента, позволяющего анализировать последствия путей освоения природы. На основе структурно-диахронического анализа можно выявить особенности развертывания во времени последствий воздействия природопреобразующей деятельности и различных загрязнений на окружающую среду.

Такой анализ позволяет раскрыть структуру протекающих процессов, количественные характеристики отдельных стадий, порядок их следования друг за другом и т. д. В процессах, возникающих, например, вследствие воздействия технической системы на биосферу (исходя из качественной специфики, порядка следования, пространственно-временных масштабов), можно условно выделить три уровня изменений: физико-химические (в атмосфере, гидросфере и литосфере); биологические

(в живых организмах, популяциях и биогеоценозах) и социально-экономические, так или иначе связанные со сдвигами параметров биосферы.

В целом эти изменения находятся в сложных причинно-следственных отношениях, представляя собой составную часть более широкого в пространственно-временном отношении естественно-исторического процесса.

С моделированием связана *оптимизация природопреобразующей деятельности человека.* Тривиальные задачи оптимизации в той или иной сфере человеческой деятельности, как известно, возникали и решались с давних времен. Интерес к ним обусловливался практической потребностью и мотивировался интуитивной верой в целесообразный характер явлений действительности. Впоследствии эта вера была обоснована принципами «кратчайшего времени» Ферма и наименьшего действия Мопертюи, принципами Гамильтона и относительно оптимального строения живых организмов. Умозрительные телеологические спекуляции по ходу развития науки сменялись разработкой приемлемого для решения задач оптимизации научного аппарата, поисками объективных оснований всеобщности экстремальных закономерностей. В науке XVII в. эти стремления оставили существенный след — привели к зарождению теории функционалов и вариационного исчисления (они были первыми попытками математического моделирования процессов, имеющих экстремальный характер).

Не вдаваясь в подробности эволюции представлений об экстремальных процессах, отметим лишь, что наличие максимума или минимума в количественных характеристиках объектов — одна из наиболее общих закономерностей естествознания. В этом отношении весьма примечательно высказывание Л. Эйлера: «В мире не происходит ничего, в чем не был бы виден смысл какого-нибудь максимума или минимума» [7, с. 447].

Экстремум в количественных характеристиках той или иной системы является своеобразным выражением взаимодействия внутренних процессов, ведущих к противоположным результатам. Именно наличие конфронтирующих факторов в системах делает возможным (при определенных обстоятельствах) постановку задач оптимизации. В таком случае оптимальное состояние того или иного объекта предстает как отражение свойств его экстремальных характеристик под углом зрения конкретных условий.

Вызывает интерес связь категории меры с *оптимальностью*. Последняя представляет собой важнейшую характеристику меры. Будучи экстремальной характеристикой меры, оптимум выполняет функцию цели. В таком случае можно считать, что если управление качественно связано с целесообразностью, то оптимизация дает количественную интерпретацию этой связи. Оптимальность выступает как целесообразность, приобретшая количественную форму выражения. При рассмотрении сложных систем для простоты обычно считают оптимальным такое ее состояние, которое экстремально по главной (оценочной) характеристике и соответствует середине меры по ряду второстепенных.

Однако не всегда при анализе сложных систем можно однозначно отделить главное от второстепенного. Важнейшим средством конкретизации задач оптимизации служат критерии оптимальности. При их выборе возникает обратная связь с возможными результатами преобразовательной деятельности, что, несомненно, способствует корректированию сделанного выбора.

В целом представления об оптимальном меняются по мере развития теоретической и практической деятельности человека, углубления знаний о природной и социальной действительности, расширения возможностей прогнозирования последствий деятельности человека.

Современная наука оказалась перед необходимостью создания нового пути оптимизации, способного учитывать взаимосвязь различных факторов и удовлетворять комплексным критериям. Оптимизация глобальной системы *общество — природа* требует иных методов исследования, имеющих интегративный характер. Основные трудности, возникающие перед теорией оптимизации в настоящее время, — это недостаточная развитость математического аппарата, не позволяющая учитывать наличие нескольких критериев оптимизации. Возникает ситуация, когда целевая функция или границы допустимых действий становятся неизвестными. Данная ситуация — типичная проблема выбора решений в случае нескольких критериев и известна в исследовании операций как векторная оптимизация. Ее сложность обусловливается необходимостью использования некоторой схемы разумного компромисса, позволяющего гармонично повышать качество решения по всем локальным критериям.

Моделированию при оптимизации принадлежит первостепенная роль. Достижение оптимума есть цель, а она реальна в случае, если «связывает себя через средство с объективностью» [8, с. 196]. Этим средством являются экстремальные закономерности, выражаемые с помощью моделей объектов. При выявлении средств оптимизации имеют дело не с самими реальными объектами, а с их моделями. Без апроксимирующей функции моделей невозможно решение даже простейших задач оптимизации. Модель позволяет «увидеть» и реализовать «оптимальность» в явлениях, где сначала это кажется невозможным. И это естественно, ибо при моделировании упрощается рассматриваемое явление (ограничивается разнообразие), что позволяет выявить возможные управляющие каналы, способные привести к компромиссу между противоположными «интересами».

Вместе с тем при создании подобных моделей обнаруживается характерная для сложных систем трудность, обусловленная невозможностью учета всех вероятных последствий. Возникает ситуация, в методологическом отношении имеющая некоторое сходство с познавательной ситуацией, сложившейся в физике элементарных частиц. Суть ее — рельефное проявление единства субъект-объектных отношений. В системах, где нельзя отвлечься от изменений, вносимых субъектом через средства наблюдения (познание микромира) или же его деятельностью (социальные, экологические процессы), задачей прогнозирования является представление серии вариантов «Что может быть?» при выборе тех или иных альтернатив. Сложнейшая взаимосвязь субъект-объектных отношений приводит к неопределенности будущих событий, в результате которой невозможно однозначное предвидение.

Человеческая деятельность обычно развертывается в условиях, когда не совсем ясна глубокая взаимосвязь явлений природы. Характер реакции природных явлений на техногенные воздействия становится известным лишь через определенное время. Поэтому анализ природопреобразующей деятельности человека необходимо вести с точки зрения единства определенности и неопределенности.

Неопределенность последствий антропогенного воздействия на природную среду ставит перед моделированием совершенно новые задачи. Требуется показать обоснованность, разумность самих человеческих намерений. Для решения этой задачи на первый план выдвигается использование вероятностных методов теории принятия решений, в частности аппарата исследования операций. Качественные рассуждения о неопределенных ситуациях становятся возможными на основе теории игр. При этом изменяется характер моделей оптимизации — они приобретают целевую направленность.

6. Синергетический подход в экологии

Экологические системы, как уже отмечалось, являются системами сложными, нелинейными, самоорганизующимися. Существенный вклад в их познание может внести новая отрасль знаний — синергетика, которая возникла как наука о самоорганизации, о возникновении новых качеств в нелинейных системах (рис. 2).

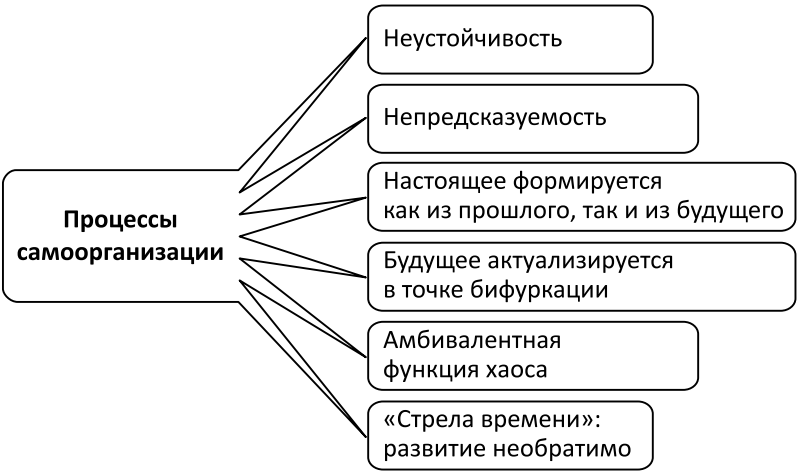


Рис. 2. Основные характеристики нелинейных систем

Ключевое понятие синергетики: бифуркация — переломная точка в развитии, неопределенное состояние, когда система становится неустойчивой относительно флуктуаций (изменений) и может перейти к неизвестной области устойчивости. Система в точке бифуркации как бы колеблется перед выбором одного из путей развития. Незначительное случайное воздействие приводит к началу эволюции в совершенно новом направлении. Синергетика предстает современной теорией эволюции. Она может указать, чего быть не может в результате самоорганизации системы. Правила запрета — это законы, ограничивающие развитие. Их следует знать, прежде чем пытаться прогнозировать будущее.

Синергетика позволяет делать выбор между альтернативными путями развития, если известны внутренние тенденции становления сложных систем. Она обращает внимание на возможность детерминации эволюционного процесса из будущего (не только из прошлого). В случае социоприродных систем данное обстоятельство приобретает особое значение. Главная задача социальной экологии — формирование программ устойчивого развития — согласуется с *синергетическим подходом,* выдвигающим на передний план выяснение целей для открытых нелинейных систем и того, куда направлены процессы в диссипативной, становящейся среде.

Специфика экологических знаний. В экологии познание выходит на аксиологический уровень, приобретает ценностный смысл, т. е. знания зачастую имеют не только познавательные, практические, утилитарные, но и эстетические и этические аспекты. Так, экосистема — это и естественное условие существования, и непосредственное жизненное окружение, и источник ресурсов, и эстетическая ценность, и фактор нравственного развития.

В литературе обсуждаются отличие экологии от традиционного типа науки и качественные особенности ее знаний. Отдельный интерес представляют вопросы о том, как природные факторы, человеческая деятельность и ее последствия объединяются в предмете социальной экологии; как включаются оценочные понятия типа «гармония», «стабильность», «устойчивость», «равновесие» в ее концептуальный аппарат.

Социальная экология предстает как наука постнеклассического типа, имеющая ноосферную ориентацию. Традиционная наука систематически отдаляла человека от природы, в ней осуществлялось абстрактное, фрагментарное отображение действительности. Однако возникла жизненная потребность в такой науке, как социальная экология, которая была бы способна максимально принять во внимание красоту и сложность природы, неотделимость человека от мира.

Традиционная наука базируется на идеях Ф. Бэкона и Р. Декарта, их метафизических представлениях о субъект-объектных отношениях, их противостоянии. В постнеклассической науке предполагается распредмечивание единства субъект-объектных отношений. В социальной экологии основными понятиями, раскрывающими взаимоотношения с природой, являются понятия коммуникации, гармоничного взаимодействия, коэволюции, устойчивого развития. Научные теории в ней призваны, кроме всего прочего, учитывать эстетические и моральные значения объектов природы, чувство ответственности за них. Современная наука благодаря экологии значительно смещается в сторону аксиологии. Она все больше отходит от классического идеала науки. Если термодинамика и эволюционная теория уточнили понятие времени, показав его необратимость, квантовая теория — ограниченность резкого противопоставления объекта и субъекта, а теория систем ввела целостный подход, то экология усиливает ценностные измерения в науке. Благодаря этому человек, условия его существования и его действия становятся предметом всестороннего научного познания.

Вопросы для самопроверки

1. Какое значение имеет методология в экологических исследованиях?
2. По какому признаку можно выделять общие экологические понятия?
3. Какова роль принципа системности в становлении экологического подхода?
4. Какую функцию выполняет учение о ноосфере в социальной экологии?
5. Какова роль метода моделирования в экологии?
6. Что нового привносит синергетический подход в экологические исследования?

II. Основы классической (биологической) экологии

Ах, эта среда обитания!
Все связаны между собой
Обменом, цепями питания,
Составом, структурой, судьбой.

Е. Николаевская

Биологическая экология изучает связи отдельных организмов (биосистем) или отдельных видов (популяций) со средой (при этом особое внимание уделяется жизненным циклам и поведению как способам адаптации к среде), а также связи группы организмов (сообществ), составляющих определенные единства с внешней средой. В первом случае это подобно тому, как, рассматривая рисунок, можно сконцентрировать внимание на каком-то отдельном элементе. Во втором — делается попытка охватить картину в целом, изучить всю композицию.

1. Экология организмов

Жизнь на Земле характеризуется существованием многочисленных организмов (особей). Особь — это носитель определенного генома. Именно с ним связано индивидуальное развитие (онтогенез). Особь не является основной единицей эволюции, так как имеет слишком короткий период жизнедеятельности, но в своем развитии она в сокращенном виде повторяет историческое развитие своего вида.

И хотя все организмы смертны, жизнь не заканчивается. Способность организмов к размножению (самовоспроизведению) — это то свойство, благодаря которому жизнь продолжается вот уже несколько миллиардов лет. Причем, чем выше вероятность гибели некоторых особей в природе, тем выше у этих видов плодовитость. Если создать условия для свободного размножения организмов любого вида, т. е. исключить все ограничения, то численность их будет расти в геометрической

прогрессии, независимо от того, какое потомство тот или иной организм производит на свет (одного детеныша у животного или тысячи семян у растения). Способность организмов быстро увеличивать свою численность при оптимальных условиях называется *биотическим потенциалом.* Однако в природе всегда существуют ограничения беспредельного роста численности организмов того или иного вида, которые, с одной стороны, выражаются в конечном количестве ресурсов потребления для биологического выживания, с другой — определяются наличием неблагоприятных факторов в окружающей организм среде (климатические условия, присутствие конкурентов, распространение болезней и т. д.).

Помимо размножения живым организмам свойственны рост и развитие (от рождения до смерти), способность к обмену веществ (метаболизм) и всевозможные реакции на внешние раздражители. Все эти характеристики отличают живое от неживого.

Весь мир живых организмов делится на два надцарства — доядерных и ядерных организмов. Доядерные не имеют ядра, представляют собой одноклеточные образования (прокариоты) и включают в себя царство бактерий, малозаметных, но играющих важную роль в поддержании устойчивости жизни на Земле. Основная роль бактерий заключается в том, что они разрушают органическое вещество отмерших организмов до неорганического состояния, возвращая тем самым химические элементы в природный круговорот и обеспечивая условия для биогенной миграции атомов. Самые древние из доядерных организмов — цианобактерии (сине-зеленые водоросли), их возраст оценивается в 3,5 млрд лет. Это первые, весьма устойчивые к факторам среды бактерии, благодаря которым начались выделение в атмосферу кислорода и выработка хлорофилла, что позволило получать энергию путем фотосинтеза. Если раньше цианобактерии были распространены в водной

среде, то сегодня их находят в ядерном реакторе. Они способны заполнять безжизненные прежде субстраты, подготавливая их для заселения другими организмами. Бактерии являются миксотрофами, т. е. имеют смешанный тип питания. Некоторые виды (цианобактерии) могут сами производить органическое вещество, другие — потреблять уже готовую органику.

Значительно позже на планете появились ядерные организмы, клетки которых содержат ядро (эукариоты). Простейшие из них — одноклеточные организмы, отделенные от внешнего мира мембраной. Они способны к использованию и выработке энергии и обладают генетическим материалом, сосредоточенным в ядре. Предположительное объединение эукариотов в группы привело к образованию более сложных многоклеточных организмов. В составе ядерных организмов различают царства грибов, растений и животных, причем их представители могут быть как одноклеточными, так и многоклеточными.

Известно около 100 000 видов грибов, они выделены в отдельное царство, так как отличаются и от растений, и от животных [9]. Грибы внешне могут расти как растения, не имея при этом способности снабжать себя пищей с помощью фотосинтеза, и могут быть похожи на простейших животных. Одни виды ведут паразитический образ жизни, используя нужные им вещества из другого организма, другие разлагают (соперничая в этом с бактериями) мертвые останки на необходимые им питательные вещества. Чаще всего грибы воспринимаются такими, какими их человек собирает в лесу. Внешне они представляют собой плодовое тело, основная же их часть (грибница, или мицелий) в виде тонких трубчатых нитей находится под землей. Грибница таких грибов может занимать площадь до нескольких гектаров. Но существуют и виды грибов, имеющие незначительные размеры (плесневые грибы или возбудители грибковых заболеваний) или состоящие из одной клетки, как, например, дрожжи.

Организмы растительного происхождения похожи на другие формы жизни тем, что состоят из клеток с ядрами, могут дышать, т. е. обмениваться химическими элементами с окружающим миром, способны к росту и размножению. Однако, в отличие от животных организмов, они не могут передвигаться, лишены органов чувств и нервной системы, но самое главное — являются автотрофами, т. е. могут самостоятельно вырабатывать органическое вещество в процессе фотосинтеза, тем самым обеспечивая пищей себя и являясь исходным веществом в цепях питания других организмов. Царство растений насчитывает около 500 000 видов [10]. Оно необычайно разнообразно и по классификации — включает в себя водоросли, печеночники, мхи, папоротники, плауны, хвощи, растения, образующие шишки, и цветковые растения. Размеры их варьируются от одноклеточных до гигантских секвой, а возраст — от нескольких месяцев до 4600 лет (сосна такого возраста была обнаружена в Северной Америке). Все виды растений приспосабливаются к окружающим условиям через систему питания, размножения и выработку в вековой эволюции определенных жизненных форм. Так, если растение произрастает в безводной зоне с засушливым климатом, оно обязательно имеет длинные корни, чтобы достать воду, скрытую глубоко под землей. А для сохранения добытой воды от высыхания растение регулирует выделение ее паров, либо уменьшая микроскопические поры (устьица), либо полностью закрывая их днем и открывая только ночью, или же уменьшая отток воды отсутствием листьев (как, например, у кактуса). Если же растение произрастает в густых темных тропиках, то ему проще достичь солнечного света, будучи в форме лианы и обвивая другие растения (высокие пальмовидные деревья с пучком листьев на вершине). Форма растения определяет особенности его взаимодействия с внешней средой. Этим объясняется распространенность в тропическом климате древесных форм растений, а в холодном — травянистых многолетников с подземными почками возобновления.

Для роста растений необходимы свет, подходящая почва с определенным набором неорганических питательных веществ, наличие влаги и благоприятный температурный режим. Свет и тепло они получают от Солнца, воду — из почвы, углекислый газ — из атмосферы. С помощью хлорофилла (зеленого пигмента), содержащегося в листьях, поглощается солнечная энергия, которая используется для преобразования воды и углекислого газа в органическое вещество — глюкозу, а в качестве побочного продукта в атмосферу выделяется кислород (интересно, что около 70% кислорода в атмосфере вырабатывают водоросли). Происходит процесс *фотосинтеза.* Из почвы же через корневую систему поступают необходимые минеральные вещества. Все это составляет питательный набор для растения и способствует его росту.

Растения выжили благодаря способности использовать разные способы размножения и осваивать почти все места обитания. Они размножаются как половым, так и бесполым путем, спорами, пыльцой, семенами. Распространению спор, пыльцы и семян способствуют ветер, животные, водные течения; некоторые растения используют взрывной механизм разбрасывания семян на большие расстояния (например, ракитник).

Царство животных объединяет более 1,5 млн видов [9; 10], из них более 1 млн составляют насекомые. Классифицируют животных, выстраивая в иерархию групп на основании общих признаков, например, наличия позвоночника, членистых ног, вскармливания детенышей молоком и т. д. Таксономические категории животных представляют собой типы (самые большие группы), классы, отряды, семейства, роды и виды (самая маленькая группа). Так, систематика тигра от вида до типа выглядит следующим образом: вид — тигр, род — пантера, семейство — кошачьи, отряд — хищные, класс — млекопитающие, тип — хордовые. Животные организмы отличаются

от растений своей подвижностью, наличием органов чувств, отсутствием определенных точек роста (обычно растет весь организм); клетки их лишены твердых клеточных стенок и самое главное — они гетеротрофны, т. е. не могут самостоятельно производить для себя пищу, потребляя в качестве питания органическое вещество, выработанное другими живыми организмами. Основная же роль животных организмов — переработка и перераспределение органического вещества, регуляция численности, перенос репродуктивного вещества и самоочищение природного окружения.

Внешний вид животных, как и растений, обязательно несет в себе информацию об окружающей их среде и об образе их жизни. По внешнему виду (по ряду признаков) можно отличить наземных прыгающих животных от проживающих в почве землеройных, летающих насекомых — от прыгающих. Жизненная форма зависит от климатических условий. Легко различить теплокровных животных, проживающих в холодном климате (по более коротким выступающим частям тела — хвостам, ушам, конечностям — для меньшей теплопотери), и родственных им особей в более теплых краях. Довольно часто аналогичный образ жизни в разных местах планеты приводит к внешнему сходству даже неродственных групп и видов животных и растений. Такое явление называют *конвергенцией.* Еще в XIX в. немецкий ботаник и путешественник А. Гумбольдт описал внешнее сходство растений, произрастающих в похожих климатических условиях, но на разных континентах планеты. В том же веке профессор Московского университета К. Ф. Рулье обратил внимание на внешнее сходство форм разных видов животных. В совокупности состав жизненных форм организмов в сообществах всегда отражает особенности внешнего окружающего мира и может служить индикатором происходящих в нем изменений.

Среда и факторы среды. Жизнь любого организма на Земле во всех формах ее проявления возможна только при постоянном взаимодействии с его окружением [11]. «Средой, — по определению известного эколога Н. П. Наумова (1963), — называют все, что окружает организмы и прямо или косвенно влияет на их состояние, развитие, возможности выживания и размножения» [12, с. 31]. Из окружающей неорганической и органической природной среды организмы получают все необходимое для жизни. В нее же они выделяют продукты своего метаболизма.

Наряду с термином «среда» в литературе часто используются его синонимы: «среда обитания», «жизненная среда», «внешняя среда», «окружающая среда».

Организмы существуют в одной или нескольких «средах жизни». По комплексам качественно отличных условий эти среды делят на гидросферу (водная среда), литосферу (внешняя сфера Земли) и иной «организм-хозяин» (для организмов-паразитов и симбионтов).

В каждой из этих сред жизни имеются свои специфичные обитатели — *монобионты*. Но есть также организмы, которые на разных стадиях индивидуального развития обитают в двух *(дибионты)* и даже трех *(полибионты)* средах либо существуют одновременно в двух средах (воздух и вода, воздух и почва, воздух и поверхность почвы и т. д.). В литосфере, например, жизнь концентрируется только в поверхностном слое земной коры — в почве[1].

Своеобразие условий каждой среды жизни обусловливает специфику живых организмов, свойственную данным средам. Так, верхние слои почвы содержат массу корней растений,

[1] Почвой, по В. В. Докучаеву, называют дневные, или наружные, горизонты горных пород, естественно измененные совместным влиянием воды, воздуха и различного рода живых и мертвых организмов.

которые в процессе роста, отмирания и разложения, разрыхляя ее, создают определенную структуру, а вместе с ней и условия для жизни других организмов.

В средах обитания обычно указывают *местообитания организма* — более узкие, качественно различающиеся между собой комплексы условий. Например, на дне озера, в траве и т. п.

Гидробионты, заселяющие водную среду жизни, по ряду признаков, зависящих от физико-химических особенностей воды, существенно отличаются от других обитателей Земли. Особенность водной среды заключается в том, что гидробионты заселяют всю ее толщу — от поверхностной пленки до глубин в океанических впадинах (до 10 000 м). Повсюду, где есть жизнь, должна находиться влага, так как активный метаболизм может осуществляться только в водной среде, в растворах.

Несмотря на то, что специфичных организмов, которые всю свою жизнь были бы связаны только с атмосферным воздухом, нет, все организмы, особенно наземные и почвенные, тесно с ним связаны. В воздушной среде значительную часть своей жизни проводят птицы и насекомые. В воздухе в определенные периоды жизни находятся семена отдельных растений, бактерии, споры грибов, а также простейшие, их цисты и другие организмы. Обычно они не поднимаются выше 50—100 м над поверхностью земли, однако споры некоторых бактерий и плесневых грибов были обнаружены на высоте до 22 км.

Чаще всего организмы существуют на границе сред или периодически переходят из одной в другую. Все географические районы Земли резко различаются по характерным для них условиям. Первостепенное значение имеют климатические факторы, определяющие распределение живого вещества в окружающей среде. Основные среды — суша и вода — также довольно сильно различаются. Об этом можно судить по биомассе наземных и водных организмов (см. табл. 1).

Таблица 1

Биомасса организмов Земли (по Н. И. Базилевичу и др., 1971)

Сухое вещество		Тонны	Проценты
Континенты	Зеленые растения	$2{,}4 \cdot 10^{12}$	99,2
	Животные и м/о	$0{,}02 \cdot 10^{12}$	0,8
	Итого	$2{,}42 \cdot 10^{12}$	100
Океан	Зеленые растения	$0{,}0002 \cdot 10^{12}$	6,3
	Животные и м/о	$0{,}0003 \cdot 10^{12}$	93,7
	Итого	$0{,}0032 \cdot 10^{12}$	100
Всего		$2{,}4232 \cdot 10^{12}$	—

Как видно, на континентах преобладают растения, в океане — животные. При этом биомасса организмов океана значительно меньше, чем суши, и составляет 0,13 % от биомассы планеты. Из таблицы также следует, что живое вещество на Земле сосредоточено в основном в зеленых растениях суши, а биомасса гетеротрофных организмов не превышает 1 %. Примечательно и то, что количество видов растений по отношению к общему числу видов всех организмов составляет 21 %, а животных — 79 %.

Закономерности действия факторов среды на организм. Любой организм в природной среде подвергается воздействию огромного числа разнообразных факторов. *Экологический фактор* — условие среды обитания, оказывающее прямое или косвенное влияние на живые организмы на протяжении хотя бы одной из фаз их индивидуального развития.

В качестве экологического фактора нельзя рассматривать глубину водоема или высоту местообитания над уровнем моря, поскольку глубина влияет на водных обитателей не непосредственно, а через увеличение давления, уменьшение

освещенности, понижение температуры, снижение содержания кислорода, повышение солености и т. д. Действие высоты проявляется в понижении температуры и атмосферного давления. Именно температура, освещенность, давление, соленость и т. д. будут выступать в качестве экологических факторов среды, оказывающих непосредственное влияние на живые организмы.

Экологический фактор действует опосредованно (через многочисленные причинно-следственные связи). Примером такого воздействия экологического фактора могут служить птичьи базары, где наблюдается колоссальное скопление птиц. Основную роль здесь играют биогенные вещества: помет птиц падает в воду, органика в воде минерализуется бактериями, в результате в данном месте концентрируются водоросли. Это, в свою очередь, ведет к повышению концентрации планктонных организмов, в основном ракообразных. Последними питаются рыбы, а ими — птицы, населяющие базары. Таким образом, птичий помет выступает здесь в роли экологического фактора. Как элемент среды он нерасчленим, но действует не прямо, а через сложную систему взаимодействия различных экологических факторов.

Традиционным считается подразделение экологических факторов на две основные группы: абиотические и биотические. Первая включает факторы климатические (температура, свет, влажность, давление и др.), физические свойства почвы и воды. Ко второй относятся факторы питания и различные формы взаимодействия особей и видов между собой (хищничество, конкуренция, паразитизм и др.). Однако подобное подразделение не представляется исчерпывающим.

Нередко конкретный фактор трудно отнести к той или иной группе. Так, температура, если ее рассматривать как абиотический фактор, часто изменяется благодаря присутствию живых организмов. Например, на элеваторах, заполненных большим

количеством зерна, наличие зерноядных насекомых иногда вызывает повышение температуры (по сравнению с температурой окружающей среды) на 25 °С.

Какими бы разными по природе ни были экологические факторы, результаты их действия сравнимы, поскольку они всегда выражаются в изменении жизнедеятельности организмов, что в итоге приводит к изменению численности популяции. Анализ этой зависимости позволяет отметить следующие ее закономерности:

- при определенных значениях фактора создаются условия, наиболее благоприятные для жизнедеятельности организмов; эти условия называются *оптимальными,* а соответствующая им область на шкале значений фактора — *оптимумом;*
- чем больше значения фактора отклоняются от оптимальных, тем сильнее угнетается жизнедеятельность особей; в связи с этим выделяется зона их нормальной жизнедеятельности;
- диапазон значений фактора, за границами которого нормальная жизнедеятельность особей становится невозможной, называется пределами выносливости; различают нижний и верхний пределы выносливости.

В природных условиях организм подвержен воздействию многочисленных факторов. При одновременном действии многих факторов зависимость примет следующий вид: $y = f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$. Чтобы определить выносливость вида по отношению к одновременному действию нескольких факторов, надо иметь экспериментальные данные по выносливости к каждому фактору. Кроме того, решение этого уравнения возможно лишь при условии, что интенсивность действия одного фактора не зависит от интенсивности другого. Однако действие одного фактора, как правило, проявляется в совокупности с действием другого (или других). Так, мороз или высокая

температура легче переносятся при низкой влажности. Отсюда вопрос — как определить степень благополучия вида, если на него действует сразу несколько факторов?

Решение задачи облегчается тем, что обычно знание пределов выносливости по отношению к одному-двум факторам оказывается достаточным для того, чтобы определить реакцию особей на одновременное действие нескольких факторов. Однако возникает вопрос — какой или какие факторы следует считать главными? В 1840 г. Ю. Либих (1803—1873) высказал идею о том, что выносливость организма обусловлена самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей. Ученый установил, что урожай зерна часто лимитируется не теми питательными веществами, которые требуются в больших количествах (например, двуокись углерода и вода), поскольку эти вещества обычно и присутствуют в изобилии, а теми, которые необходимы в малых количествах (например, бор) и которых в почве содержится недостаточно. В связи с этим Либих выдвинул принцип: «Веществом, находящимся в минимуме, управляется урожай[2] и определяются величина и устойчивость последнего во времени» [13, с. 346].

Сегодня *правило Либиха,* иначе называемое *законом ограничивающего фактора*[3], или *правилом минимума,* имеет более широкое толкование: «В комплексе факторов сильнее действует тот, который близок к пределу выносливости». Так, урожай прямо пропорционален количеству того удобрения, которого меньше всего.

Представление о лимитирующем влиянии экологического максимума наравне с влиянием экологического минимума ввел американский эколог Виктор Шелфорд (1877—1968), сформулировавший «закон» толерантности [14]. Шелфорд раскрыл

[2] Урожай — биомасса каждой группы организмов, отнесенная к тому или иному моменту времени. Это очень важный показатель сообщества.

[3] Ограничивающий фактор — это фактор, значение которого близко к экстремальному.

роль физической и биотической сред, показал необходимость количественного учета животных, описал методы полевой экологии. Он отметил, что лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия; диапазон между ними определяет величину выносливости (толерантности) организма по отношению к данному фактору.

Закон толерантности, правило Шелфорда — один из основополагающих принципов экологии, согласно которому присутствие или процветание популяции каких-либо организмов в данном местообитании зависит от комплекса экологических факторов; к каждому из них у организма существует определенный диапазон толерантности (выносливости). Диапазон толерантности по каждому фактору ограничен его минимальным и максимальным значениями, в этих пределах только и может существовать организм.

После 1910 г. были проведены многочисленные исследования по «экологии толерантности»; благодаря им стали известны пределы существования для многих растений и животных.

Закон лимитирующего фактора лежит в основе теоретического обоснования величины предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязнителей. Понятно, что применительно к загрязняющим веществам (ксенобиотикам) нижний предел толерантности значения не имеет, а верхний не должен превышаться ни при каких условиях. Поэтому те пороговые значения фактора (устанавливаемые экспериментально), при которых в организме еще не может произойти никаких необратимых патологических изменений, и должны приниматься в качестве ПДК.

Адаптация к среде. Чтобы ослабить лимитирующее влияние физических факторов, живые организмы изменяют условия среды или образуют *адаптированные виды,* чьи оптимумы и пределы толерантности соответствуют местным условиям. Другими словами, для живого вещества характерна

способность к эволюционному[4] процессу, благодаря которому происходит нарушение абсолютного копирования предыдущих поколений. Эта способность и позволяет живому веществу приспосабливаться к изменению условий существования.

Особый смысл понятие эволюции приобретает в естествознании, где исследуется преимущественно биологическая эволюция. Под *биологической эволюцией* следует понимать процесс приспособительного исторического развития живых форм на всех уровнях организации живого [15]. Так, примерно 1 млрд лет тому назад появились *многоклеточные организмы*.

Возникновение и распространение растительности привело к коренному изменению состава атмосферы, первоначально имевшей очень мало свободного кислорода. Растения, ассимилирующие углерод из углекислого газа, создали атмосферу, содержащую свободный кислород — не только активный химический агент, но и источник озона, преградившего путь коротким ультрафиолетовым лучам к поверхности Земли.[5] В соответствии с недостаточно полными данными палеонтологической летописи, считается, что 700 млн лет назад (протерозойская геологическая эра) появились бактерии, водоросли, примитивные беспозвоночные; 365 млн лет назад (палеозойская эра) — наземные растения, амфибии; 185 млн лет назад (мезозойская эра) — млекопитающие, птицы, хвойные растения.

---

[4] Термин «эволюция» (лат. *evolutio* — развертывание) впервые был использован в одной из эмбриологических работ швейцарским натуралистом Шарлем Боннэ (1762). В настоящее время под эволюцией понимают происходящий во времени необратимый процесс изменения какой-либо системы, благодаря чему возникает что-то новое, разнородное, на более высокой ступени развития.

[5] В момент, когда уровень содержания кислорода в атмосфере Земли достиг примерно 1% от современного, стала возможной аэробная жизнь. Достижение содержания кислорода в атмосфере около 10% от современного привело к возникновению предпосылок формирования озоносферы. В результате жизнь стала возможной на мелководье, а затем и на суше. Предполагается, что накопление кислорода шло скачкообразно и заняло не более 20 тыс. лет.

Видовые приспособления проявляются *в различной степени выносливости к действию экологического фактора*. Некоторые организмы проживают в постоянно изменяющейся окружающей среде, например, на территории суши, где происходит смена времен года, или в эстуариях, где изменяются уровни и температура воды. Обычно эти виды приспосабливаются к широкому диапазону физических и химических условий.

Кроме того, приспособляемость зависит и от *характера воздействия*. Многие типы организмов способны менять толерантность к физическим факторам (таким как температура), если условия изменяются постепенно. Так, можно привыкнуть к высокой температуре воды, если залезть в ванну с теплой водой, а потом постепенно добавлять все более и более горячую. Такая адаптация к медленному изменению условий, или акклиматизация, служит полезным защитным средством, но она может быть и опасной. С каждым изменением организм приближается к предельному уровню толерантности, к так называемому пороговому эффекту: неожиданно, без каких бы то ни было предупреждающих сигналов, следующее, даже небольшое изменение может оказаться критическим. Превышение уровня толерантности способно повлечь за собой болезненную реакцию или даже летальный исход. Пороговый (критический) эффект частично объясняет, почему многие проблемы окружающей среды возникают неожиданно, хотя на самом деле они копились долгое время.

Реакция видов на экологические факторы (их приспособляемость) синхронизируется с периодами наступления природных процессов. Исследования реакции организмов на изменение продолжительности дня и ночи показывают, что растения и животные способны измерять время, т. е. они обладают так называемыми *биологическими часами (эндогенными ритмами)*. Такая способность свойственна всем видам живых существ — от одноклеточных до человека.

Важным лимитирующим фактором в современных условиях является загрязнение природной среды. Оно происходит в результате внесения в среду веществ, которых в ней либо не было (металлы, новые синтезированные химические вещества) и которые не разлагаются вовсе, либо существующих в биосфере (например, углекислый газ), но вносимых в чрезмерно больших количествах, не позволяющих переработать их естественным способом. Образно говоря, загрязняющие вещества — это ресурсы не на своем месте.

Главный лимитирующий фактор — размеры и качество нашей «природной обители», а не просто число калорий, которые можно выжать из земли. Ландшафт — не только склад запасов, но и дом, где мы живем. «Следует стремиться к тому, чтобы сохранить, по меньшей мере, треть всей суши в качестве охраняемого открытого пространства. Это означает, что треть всей нашей среды обитания должны составлять национальные или местные парки, заповедники, зеленые зоны, участки дикой природы и т. п.» [16, с. 541].

Приспособительные ритмы жизни организмов. Жизнь на Земле зависит от вращения ее вокруг Солнца, вокруг своей оси, от отклонения земной оси от вертикали, от обращения Луны вокруг Земли. Самое очевидное следствие вращения Земли вокруг Солнца — смена дня и ночи. Наклон же оси вращения Земли на 23° и движение планеты по орбите определяют продолжительность дня и смену времен года. Когда Северное полушарие наклонено к Солнцу и максимально освещено его лучами, там наступает лето, а в Южном полушарии в это время зима. При изменении положения Земли по отношению к Солнцу в Северном полушарии наступает зима, а в Южном — лето. Летом Солнце выше над горизонтом, поэтому световой день длиннее. В связи с этими изменениями в жизнедеятельности организмов наблюдаются суточные и годовые ритмы жизни, связанные с изменением времен года. На приливно-отливные

ритмы жизнедеятельности организмов влияют подъемы и понижения уровня воды в морях и океанах, которые являются результатом взаимодействия гравитационных полей Земли, Луны и Солнца. Прилив вызывается притягиванием Луной к себе вод океанов с обращенной к ней стороны Земли. С противоположной стороны твердая земная кора тоже прогибается к Луне, заставляя воды океанов вздуваться, и благодаря вращению Земли на противоположной Луне стороне тоже происходит прилив. По «бокам» же Земли наблюдаются в это время отливы. Максимальные приливы вызываются наложением на гравитационное поле Луны гравитационного поля Солнца, т. е. когда Луна и Солнце находятся на одной линии — в новолуние и полнолуние.

Суточные ритмы жизни организмов связаны с наличием света днем. Эти ритмы влияют на многие физиологические процессы, протекающие в организме. Это и кровяное давление, и частота дыхания, и выделение гормонов и пищеварительных секретов, и мн. др. Суточные ритмы сильно влияют на активность жизнедеятельности организмов (бывают ночные и дневные виды). Однако нельзя сказать, что эти ритмы играют важную экологическую роль абсолютно для всех видов. Есть виды организмов, жизнь которых не зависит от наличия света, например, глубоководные обитатели как животного, так и растительного происхождения, или обитатели темных пещер. Нарушение суточных ритмов сильно сказывается на самочувствии организма.

Годовые ритмы связаны со сменой сезонов года. Организмы определяют эту смену по изменениям в продолжительности дня и ночи, так называемому фотопериоду. У многих видов организмов с этими ритмами связаны процессы размножения, периоды роста, миграций, снижения активности вплоть до состояния покоя. На наиболее благоприятный сезон приходится, как правило, период размножения и выращивания молодняка. К критическим периодам, например, наступлению холодов,

многие виды готовятся заранее. Зимующие растения сбрасывают листву и накапливают в клетках вещества, повышающие морозостойкость. Некоторые виды птиц улетают в теплые края. Но бывают и виды, впадающие в состояние анабиоза или близкого к нему. Глубокий анабиоз — это практически полная остановка метаболизма (обмена веществ), он возможен при полном обезвоживании организма. Поскольку при этом очень важно сохранить внутриклеточные структуры, а большинство видов к этому не приспособлено, глубокий анабиоз в природе встречается очень редко. Чаще встречаются виды, которые могут впадать в состояние, близкое к анабиозу, например, зимнюю спячку. При этом у них замедляется обмен веществ, экономно тратится накопленная энергия, в результате возникает устойчивость к создавшимся неблагоприятным условиям внешней среды. С наступлением благоприятных условий организм выходит из этого состояния и полностью восстанавливает свою активность.

Самая сложная ритмика у организмов, чья жизнедеятельность зависит от приливов и отливов, частота которых может меняться дважды в сутки, причем точное их время постепенно сдвигается, по крайней мере, у берегов Атлантического океана. Поэтому организмы постоянно должны «держать» эти процессы под контролем, чтобы успеть либо зарыться в береговой песок, либо укрыться на время отлива под мокрыми водорослями, либо плотно сжать свои раковины.

2. Экология популяций

В рамках популяции происходит эволюционный процесс (отбор видов, обмен генетической информацией и др.), называемый филогенезом. Популяция — это основная единица эволюции, поскольку развитие происходит только на уровне определенной совокупности организмов. Организм (особь) и популяция (совокупность организмов), как онтогенез и филогенез, всегда выступают взаимосвязанно и взаимообусловленно,

хотя обладают при этом относительной независимостью. В любой популяции возникают взаимоотношения между ее особями (внутривидовые взаимодействия). У некоторых видов все особи живут раздельно, поодиночке, ведут независимый образ жизни и демонстрируют полную нейтральность по отношению друг к другу, встречаясь только в целях размножения. Другие виды собираются вместе, чтобы пережить какие-то неблагоприятные условия (зиму или засуху). Есть популяции, состоящие из семей, объединяющих родителей и потомство. Они могут слагаться и из более крупных групп — стай, стад, колоний, где совершаются совместные действия, как, например, миграция, защита или добывание пищи. В популяциях наиболее распространены два прямо противоположных типа биотических взаимодействий: конкурентные и мутуалистические (взаимополезные) отношения. Конкурентные отношения складываются между особями за ресурсы пищи, убежища, места размножения, а также за полового партнера. Усложняются эти отношения в присутствии другого вида, так как в этом случае приходится делиться с ним своими ресурсами. Мутуализм в отношениях в популяции наблюдается, прежде всего, при защите своих стай и колоний. Именно необходимость защищаться заставляет особей объединяться. Иногда мутуализм в рамках одного вида проявляется по типу паразит — хозяин, например, у глубоководных рыб-удильщиков. Карликовый самец сначала прикрепляется зубами к взрослой самке, затем постепенно полностью прирастает к ней. Редуцируются части его тела, кровеносная система объединяется, и самец превращается в придаток самки. Сохраняются лишь его жабры и половая система.

Основные процессы в популяции — это рождаемость, смертность, вселение (иммиграция) и выселение (эмиграция). Стабильность популяции означает, что рождаемость относительно уравновешивается смертностью.

Сохранение популяции и рост ее численности зависят не только от скорости размножения, но и от скорости пополнения ее половозрелого состава из потомства, т. е. важны не только процесс рождения потомства, но и доведение его до определенного возраста. Так, рыбы выметывают тысячи икринок, однако во взрослое животное развивается их очень маленький процент. У людей, наоборот, рождается один ребенок, но, благодаря хорошему уходу и заботе родителей, он чаще всего доживает до половозрелого состояния.

Рост популяции никогда не бывает бесконечным, поскольку все необходимое для ее жизнедеятельности имеет свои пределы. Ресурсы пищи, убежища, места размножения ограничены. Пределы, в рамках которых существует популяция, называются емкостью среды для конкретной популяции. Поэтому важными факторами, влияющими на рост популяции, являются способность и скорость освоения новых территорий. Скорость расселения (миграции) определяют средним расстоянием между местом рождения и местом размножения большинства членов популяции. Для белки это расстояние составляет около 7 км, а для перелетных птиц — до 1,5 тыс. км.

Немаловажны и другие факторы, влияющие на рост популяции, — например, адаптивные механизмы вида, дающие возможность приспосабливаться к новым условиям, и защитные механизмы, позволяющие устоять перед болезнями и неблагоприятными факторами среды.

Численность популяции — величина чрезвычайно динамичная, т. е. постоянно меняющаяся. Размеры колебания численности могут быть весьма различны. Существуют три типа популяционной динамики: стабильный, изменчивый и взрывной. Стабильный тип характеризуется незначительными изменениями численности (в несколько раз), при изменчивом типе численность колеблется в десятки раз, а взрывная динамика обусловливается превышением обычной численности в сотни и тысячи раз.

Взрывная динамика хорошо прослеживается в межвидовых биотических связях на примере пищевых взаимодействий хищник — жертва. Увеличение числа жертв означает и увеличение кормов для хищников, которые могут добыть не одну особь жертвы, а несколько. За счет увеличения добычи жертв (быстрой реакции хищников) численность их может сокращаться. Возникает изменчивый тип динамики по принципу обратной связи. Однако не всегда быстрая реакция хищника может притормозить рост численности жертв, потому что любой потребитель имеет предел насыщения. Если жертвы размножаются быстрее, чем их съедают хищники, рост популяции продолжается. Кроме быстрой реакции на число жертв, возможна и другая реакция, запаздывающая. Она связана с размножением хищников. И если их число возрастает, то число жертв убывает в геометрической прогрессии. Когда преобладает именно запаздывающая реакция и вид на какое-то время освобождается от действия врагов, происходят взрывы численности. Так, после холодных и малоснежных зим наблюдаются взрывы численности сибирского шелкопряда. Причиной тому гибель при низких температурах значительной части паразитов-яйцеедов, в обычных условиях поражающих около 90 % яиц шелкопряда. Вылупившиеся гусеницы, в отличие от одиночных, имеют эффект группы, при котором у них повышается обмен веществ. Оголенные хвойные деревья после их нашествия погибают, а вылупившиеся бабочки разлетаются, создавая новые кладки яиц и ожидая нового ослабления действия регуляторов численности.

Регуляция численности популяции предполагает двустороннее взаимодействие, она возникает по принципу отрицательной обратной связи, когда рост численности вызывает увеличивающееся противодействие этому росту. Действие регулирующих факторов зависит от плотности популяции (числа особей, приходящихся на единицу пространства). Каждый вид реагирует на повышение плотности по-разному. Но для любого

вида высокая плотность популяции является сигналом для резкого ухудшения условий жизни. Однако в силу того, что популяция есть система с элементами самоорганизации, при повышении плотности возникает отрицательная обратная связь, которая включает механизмы, уменьшающие эту плотность.

При избыточной плотности развиваются те или иные явления, снижающие рождаемость и увеличивающие смертность особей:

- усиление агрессивности, состояния стресса;
- посягательство на чужое (пищу, норы, гнезда);
- утрата осторожности;
- расслоение на доминантов и остальных, обделенных в пище и обреченных на голод и вымирание; у растений этот процесс называется самоизреживанием;
- снижение заботы о собственной гигиене и, как следствие, распространение болезней и паразитов;
- ухудшение среды обитания (вытаптывание, выедание или отравление продуктами жизнедеятельности);
- сокращение или прекращение размножения.

Абиотические факторы (температура, дождь, ветер, солнечная радиация и др.), как правило, оказывают одностороннее влияние на плотность популяции и ее численность. Они могут увеличить либо смертность особей, либо их размножение. Эти факторы не регулируют плотность, а только отклоняют в ту или иную сторону.

Антропогенное воздействие также способствует изменению численности популяций, причем чаще всего оно никоим образом не связано с плотностью. Через разрушение экосистем, изменение мест обитания, загрязнение среды человек одинаково влияет на популяции и с низкой, и с высокой плотностью. И выход за пределы минимального размера популяции может привести к ее вымиранию, поскольку самовосстановление

невозможно. Следует сказать, что антропогенное воздействие, как правило, ослабляет регуляторные связи в природе. Так, до сплошной сельскохозяйственной распашки земель не было тех вредителей культурных растений, которых мы имеем сейчас (точнее — раньше они не были вредителями, потому что под влиянием многочисленных регуляторов — видов, их поедающих — не размножались в больших количествах). При сплошной распашке виды — поедатели — исчезли и динамика вредителей культурных растений стала взрывной.

Демографическая структура популяций отражает состояние полового и возрастного составов. Возрастной состав может быть простым или сложным, это зависит от особенностей жизненного цикла и внешних условий. Возрастной состав считается простым, когда популяция состоит из особей одного возраста. Например, все однолетние растения практически одинаково всходят, растут, зацветают, дают семена и отмирают. Среди животных тоже есть подобные представители — те, жизненный цикл которых ограничивается одним годом (сибирский шелкопряд, саранча и др.). У таких видов разные поколения никогда не встречаются друг с другом, численность их очень зависима от внешних условий, благоприятствующих либо взрыву популяции, либо ее массовой гибели, — и это нормальное экологическое явление. Сложный возрастной состав популяции всегда представлен особями разного возраста, когда одновременно живут несколько поколений (новорожденные, подростки, особи среднего возраста и старые особи). На такую популяцию внешние условия не оказывают критического влияния, исключение составляют самые слабые особи. Сильные особи всегда выживают и постепенно выравнивают структуру популяции. Соотношение возрастных групп в популяциях играет важную роль для прогноза ее численности. Если преобладают молодые особи, то следует ожидать роста численности, если же превалируют старые, то естественно смертность

будет превышать рождаемость и следует ожидать сокращения численности популяции. Знание возрастных особенностей популяции исключительно важно в рыбном промысле (чтобы не допустить перевылова крупных особей), в сельском и лесном хозяйстве (чтобы своевременно омолаживать многолетние растения). Необходимо знание возрастной структуры популяции человека для решения многих социально-экономических вопросов.

3. Экология сообществ

Видовая структура сообществ. Распределение и набор видов в биоценозе не случайны. Чаще всего видовая структура сообществ устроена так, что виды с похожими биологическими потребностями обычно не встречаются в одном месте обитания, но если и существуют рядом, то в разных экологических нишах, которые нельзя зафиксировать в виде какого-то конкретного адреса проживания того или иного вида, т. е. его местообитания (как, например, лес, луг, озеро). Экологическая ниша определяется воздействием многочисленных благоприятных и неблагоприятных экологических факторов. В целом это совокупность всех факторов среды (место в сообществе; время проживания; образ жизни; связи с партнерами; наличие ресурсов пищи, влаги, света, тепла, а также конкурентов и т. д.), в пределах которой возможно существование вида в природе. Экологические ниши рядом живущих видов могут частично перекрываться, но полностью по всем показателям никогда не совпадают. При совпадении же вступает в действие закон конкурентного исключения, и один из конкурирующих видов вытесняется из данного биоценоза. Впервые это было показано Г. Ф. Гаузе на опыте с инфузориями. Два близких вида, туфелька хвостатая и туфелька ушастая, были помещены в одну пробирку с бактериальной смесью, которой они питались. В результате сначала росла численность обоих видов, затем туфелька хвостатая снизила темп размножения и исчезла.

Оставшийся вид туфельки ушастой тоже был малочисленнее, чем в контрольных пробирках, где туфельки содержались порознь. Это явление — невозможность длительного совместного проживания двух видов с близкими экологическими потребностями — стали называть законом Гаузе, поскольку позже подтвердилось на других видах.

Животные, проживающие рядом, на первый взгляд, обязательно должны конкурировать между собой за пищу и убежища. Иногда это случается, но значительно реже, чем нам кажется. Так, среди птиц, питающихся насекомыми, нет конкуренции, так как одни кормятся земляными червями, а другие достают пищу из-под коры стволов деревьев. Если же и те, и другие питаются, например, мошкарой, то они расходятся между собой во времени — мухоловки ловят мошкару днем, а летучие мыши — ночью. В построении гнезд у птиц конкуренция исключается в ярусной структуре сообщества. Одни строят гнезда прямо на земле, другие — в невысоких кустарниках, третьи — высоко на деревьях. В собственной экологической нише конкурентоспособность вида, как правило, весьма велика, но стоит ему сунуться в чужую нишу, как она падает. Адаптация видов в разных экологических нишах в сообществах связана с действием закона лимитирующих факторов, и соседство видов обычно определяется большим отрезком времени, измеряющимся миллионами лет.

В этот, хорошо организованный в природе, процесс человек своими непродуманными действиями внес элемент дезорганизации. С его помощью многие виды стали случайно или искусственно расселяться по планете. Этот процесс носит название интродукции — внесение и акклиматизация не свойственных данному сообществу организмов или видов. Интродуцированные виды нарушают сложившееся в сообществе динамическое равновесие и, чаще всего в результате успешной конкуренции за ниши, приводят к вымиранию местных видов.

Так, скворцы и домовые воробьи, завезенные из Европы в Северную Америку, в результате своего агрессивного поведения вытеснили с данной территории местные виды «синих птиц» (род Sialis) [17]. Список примеров можно продолжать, но лишь немногие интродуцированные виды смогли прижиться на новых местах, не нарушив их равновесия. Были и такие случаи, когда новый вид на новом месте практически не встречал конкурентов и врагов, осваивая все новые территории, — например, колорадский жук. Однако он доставляет человеку много проблем с выращиванием картофеля и других видов пасленовых культур. Интродукция без тщательного изучения и научного обоснования может привести к нарушению природного баланса. Она присуща и растениям.

Растения в сообществах тоже занимают свои экологические ниши. Если растение предпочитает для адаптации более влажную почву, то оно никогда не выдержит конкуренции с другими видами на сухих почвах. Однако бывает и так — множество разных растений сосуществуют как будто в одинаковых условиях, где они, естественно, конкурируют друг с другом за свет, почвенные минеральные вещества, воду. Тем не менее, равновесие поддерживается. Примером могут быть влажные экваториальные леса. Оказывается, в данном случае важную роль играют растительноядные животные (фитофаги), включая насекомых, нематод и другие беспозвоночные и позвоночные виды, которые время от времени уменьшают численность конкурирующих видов. Каждый вид фитофагов специализируется на отдельных видах растений, и когда плотность какого-либо растения увеличивается, вступают в действие межвидовые отношения по типу хищник — жертва. Если же плотность какого-то растения уменьшается, его место занимает другой вид, вступающий во взаимодействие со своими фитофагами. Результат — существование на одной территории различных растений, несмотря на межвидовую конкуренцию. Причем, чем больше видов, тем стабильнее сообщество.

Состав и структура биоценозов находятся в состоянии постоянной изменчивости. Эта изменчивость связана с пищевыми (трофическими) взаимодействиями, конкурентными или мутуалистическими отношениями, а также с циклическими колебаниями, соответствующими временам года. В течение года меняется растительный покров, проявляется последовательность в цветении и плодоношении видов. На зиму однолетние растения отмирают, сохраняясь в виде семян; многолетники переходят в состояние покоя и оцепенения, как и холоднокровные животные; теплокровные же либо впадают в спячку, либо мигрируют. Иногда структура биоценозов изменяется под воздействием погодных условий, поскольку чрезмерные жара или холод, засуха или ливни нарушают традиционную цикличность, изменяя динамику численности отдельных видов в сообществах.

Изменчивость биоценозов по-разному связана с их устойчивостью. Если один конкурирующий малочисленный вид вытеснит другой и соответствующая экологическая ниша будет занята (например, соболь заменит куницу в хвойных лесах), то лесной биоценоз сохранит все свои основные черты, поскольку не изменит пищевых взаимодействий. В данном случае пострадает вид, не выдержавший конкуренции в силу своей малочисленности. Чаще всего такие виды находятся на пределе выживаемости и при антропогенных влияниях, ухудшающих условия среды обитания, исчезают из сообществ в первую очередь. Малочисленные виды наиболее уязвимы. Антропогенное воздействие часто приводит к выпадению из состава биоценоза основных видов — средообразующих (например, вырубка леса, перевыпас скота или перевылов рыбы). В этом случае происходит разрушение всей системы сообщества и начинается его смена.

Пищевые связи в сообществах. Пищевые (трофические) связи в сообществах чрезвычайно разнообразны, они удерживают там виды, регулируют численность, обеспечивают энергетические потребности организмов. Добыча либо получение

пищи разными видами происходят по-разному. Растения стабильно сами производят для себя пищу в процессе фотосинтеза. Для этого им необходимы солнечная энергия, вода и углекислый газ из атмосферы. Животным же нужно произвести какие-то действия, чтобы получить пищу. Так, одни виды должны израсходовать немного сил, чтобы найти соответствующий корм, растущий на почве. Эти пасущиеся виды основное время тратят на поглощение и переваривание пищи. Другие виды — собиратели, корм им достается в процессе поисковой активности (в виде семян, мелких насекомых). Третьи для получения пищи вынуждены фильтровать воду, в которой они обитают, либо пропускать через себя грунт. Четвертые — сосальщики, чаще всего паразиты, использующие другие организмы в качестве среды обитания. И, наконец, пятые, хищники, с развитым охотничьим инстинктом, весьма активные и сильные. Они участвуют в естественном отборе своих жертв. Если жертвы крупные, хорошо передвигаются и сопротивляются, к тому же могут и прятаться, то, естественно, хищники будут отлавливать наиболее слабых, больных. Параллельно идет отбор и самих хищников — если он сильный, то овладеет пищей, если слабый и больной, то постепенно умрет от голода. В данном случае последствия пищевых отношений несут в себе эволюционный эффект — развитие или гибель этих взаимодействующих видов. Если жертвы ведут малоактивный образ жизни и не способны сопротивляться хищникам, то выживут либо те, которых не заметит хищник, либо те, которыми он не сможет овладеть. Тут уже идет естественный отбор и в плане совершенствования окраски, твердости раковин, игл, шипов, и в плане орудий и технологий овладения ими. Основной результат пищевых взаимодействий — регулирование роста численности видов, обладающих большим биотическим потенциалом. Когда скорости отлова и размножения жертв примерно совпадают, хищники могут сдерживать рост численности, т. е. сохранять ее на каком-то незначительно колеблющемся уровне.

Если же скорость размножения жертв выше, чем скорость их поедания, происходит вспышка численности жертв, и хищники уже не могут ее сдерживать. Но тогда повышается количество хищников. Происходит волнообразное циклическое изменение численности и жертвы, и хищника. Явление полного уничтожения жертв хищником в природе крайне редкое и чаще встречается при воздействиях антропогенных факторов. Воздействие человека можно оценивать как воздействие хищника. Поэтому он должен уметь пользоваться законами циклических изменений видов и предвидеть результаты своих действий, чтобы не подрывать основы устойчивости природной среды.

Пищевые взаимодействия происходят в виде цепей питания. В классическом виде цепь питания начинается с организма растительного происхождения, продолжается травоядным и плотоядным организмами (пшеница — мышь — лиса). Однако есть и несколько иные цепи питания. Они могут начинаться с помета животных либо с останков растительного и животного происхождения, например, растительный опад — дождевые черви — землеройки — горностаи. Цепи питания в природе тесно переплетены между собой.

4. Экосистема и биогеоценоз

Совокупность сообщества организмов, взаимодействующих друг с другом (биоценоз) и неорганической средой обитания, формирует системы более высокого уровня. Сообщество организмов и среду его обитания, объединенные в единое функциональное целое на основе взаимозависимости и взаимосвязанности компонентов, как было отмечено, называют *экосистемой. Биогеоценоз* — однородная природная система с определенным составом живых и косных компонентов, связанных единым обменом вещества и энергии.

Биогеоценоз и экосистема — понятия сходные, но не тождественные. Понятие «экосистема» не имеет ранга и размерности, поэтому оно применимо как к простым (гниющий пень,

муравейник) и искусственным (аквариум, водохранилище, пшеничное поле), так и к сложным естественным комплексам организмов с их средой обитания (биоценозы и биогеоценозы). Биогеоценоз отличается от экосистемы ограниченностью своего объема. Если экосистема может охватывать пространство любой протяженности — от капли прудовой воды с содержащимися в ней микроорганизмами до биосферы в целом, то биогеоценоз — это экосистема, границы которой зависят от характера растительного покрова (фитоценоза).

Выделяют следующие основные структурно-функциональные свойства экосистем:

- комплементарность — ни одна из функциональных частей экосистемы (экологический компонент, элемент и т. п.) не может существовать без других функционально дополняющих частей;
- конгруэнтность (соответствие) — функционально дополняя друг друга, живые составляющие экосистемы вырабатывают для этого соответствующие приспособления, скоординированные с условиями абиотической среды, в значительной мере преобразуемой теми же организмами;
- однонаправленность потока энергии;
- внутренняя динамическая равновесность;
- корреляционность — все входящие в экосистему виды живого и абиотические компоненты функционально соответствуют друг другу;
- оптимальная компонентная дополнительность — ни одна из экосистем не может самостоятельно существовать при искусственно созданном избытке или недостатке одного из компонентов;
- экологическая надежность — эффективность экосистемы, способность к самовосстановлению и саморегуляции зависят от ее положения в иерархии природных образований, степени взаимодействия ее компонентов и элементов.

В целом в составе экосистемы выделяют неорганические вещества (азот, углекислый газ, вода и др.), включающиеся в природные кругообороты; органические соединения (углеводороды и их производные); климатический режим (температура, свет, влажность и другие физические факторы) и живые компоненты (продуценты, макро- и микроконсументы, или редуценты (деструкторы)).

Ни большие, ни малые экосистемы обычно не имеют четких границ. Переходная зона между двумя или более сообществами (смежными экосистемами, например, между лесом и лугом) называется *экотоном.* Он включает в себя представителей видов растений, животных и деструкторов обеих смежных экосистем, а также нередко такие виды живых организмов, которые не встречаются в данных экосистемах. В результате экотоп обладает бóльшим разнообразием организмов, чем близлежащие территории.

Замещение видов в экосистемах обусловлено тем, что популяции, стремясь модифицировать окружающую среду, создают условия, благоприятные для других популяций. Это продолжается до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие между биотическими и абиотическими компонентами. Развитие экосистем, отдельного организма и биосферы в целом во многом сходно.

Разные континенты, географические области, океаны и моря заселены различными группами организмов. Формирование и распределение биогеоценозов на Земле зависят от условий их существования.

Американский эколог Ю. Одум описывает основные экосистемы. *Моря* — огромные, но неравномерно заселенные экосистемы. Определенные зоны их характеризуются богатством жизни, но имеются и большие практически пустынные акватории. Следовательно, экосистемы морей и океанов различаются по качественному и количественному составу растительного и животного мира, по биомассе и продуктивности.

Эстуарии (устья рек или заливы) и морские побережья — полоса разнообразных биогеоценозов, лежащая между морями и континентами. Здесь складываются условия с особыми экологическими признаками. Эта своеобразная переходная зона буквально кишит жизнью. Вдоль побережья живут тысячи видов, которые не встречаются ни в открытом море, ни на суше, ни в пресных водах. Соленость в этой зоне равна среднему значению солености моря и пресной воды. Эстуарии и прибрежные морские воды имеют самые продуктивные биогеоценозы, отличающиеся интенсивной циркуляцией питательных веществ и конечных продуктов обмена из-за постоянных приливов и отливов, очень тесными контактами автотрофного и гетеротрофного слоев, высокой круглогодичной первичной продукцией даже в северных зонах, огромным разнообразием растительных организмов и жизненных форм растений и животных. Организмы, слагающие биоценозы этих экосистем, обладают целым рядом приспособлений к цикличности приливов и отливов.

Ручьи и *реки* — экосистемы пресных проточных вод. Несмотря на то, что общая площадь ручьев и рек невелика (по сравнению с площадью океанов и суши), их составляющие наиболее полно используются человеком. В этих экосистемах большое значение приобретает подвижность воды — течение, способствующее перемешиванию слоев воды, тем самым создавая специфические условия существования. Источником части энергии в них служат органические вещества, поступающие из примыкающих наземных и озерных экосистем.

Озера и *пруды* — водоемы со стоячей пресной водой, хотя встречаются и соленые озера. Видовое разнообразие здесь обычно невелико. Им свойственны четкая зональность и стратификация. Озера подразделяются на *олиготрофные* (малопродуктивные) и *эвтрофные* (высокопродуктивные).

Пресноводные *болота,* характеризующиеся периодическими колебаниями уровня воды, в какой-то степени приближаются к эстуариям, поскольку обладают потенциально высоким

плодородием и стабильностью. Если в болоте не происходят колебания уровня воды и отсутствуют процессы, способствующие распаду накопленных органических веществ (органические осадки, торф), то в ходе сукцессии (смена одного биогеоценоза другим) болота вытесняются наземной древесной растительностью (зарастают).

Пустыни — экосистемы, формирующиеся в районах, где за год выпадает менее 250 мм осадков, а также в областях с очень жарким климатом и нерегулярно выпадающими осадками.

Тундра — экосистемы, находящиеся между лесами и Ледовитым океаном. В горах часто располагаются альпийские тундры. Ведущим фактором, управляющим жизнью в тундре, служит тепло. Тундры — это своеобразные арктические пустыни, где обитают специфические растения и хорошо приспособленные к местным условиям животные. Растения здесь отличаются очень высоким темпом продуктивности.

Травянистые ландшафты — степные экосистемы, формирующиеся в областях со среднегодовым количеством осадков от 250 до 750 мм (выше, чем в пустынях, и ниже, чем в лесах). В тропических степях осадков может быть и больше. Животные и растения, слагающие степные экосистемы, в различных климатических зонах существенно различаются, однако их объединяют общие признаки, позволяющие развиваться в условиях равнинного ландшафта.

Леса — экосистемы, занимающие на планете второе место по величине биомассы и роли в биологической регуляции. Лесные экосистемы формируются в самых различных климатических зонах (от экватора до северных широт в тайге) и обладают огромным разнообразием растений и животных, максимальной стабильностью. К югу от тундры располагаются обширные вечнозеленые хвойные леса, в более южных районах — лиственные (листопадные), дальше — вечнозеленые, а также сбрасывающие листву на период засух тропические леса.

Организмы в экосистеме связаны общностью энергии и питательных веществ, необходимых для поддержания жизни. Главный источник энергии для подавляющего большинства живых организмов на Земле — Солнце. Фотосинтезирующие организмы (зеленые растения, некоторые протисты, бактерии и цианобактерии) непосредственно используют энергию солнечного света. При этом из диоксида углерода и воды образуются сложные органические вещества, где часть солнечной энергии запасена в форме химической энергии. Органические вещества могут затем служить источником энергии не только для самого растения, но и для других организмов. Высвобождение заключенной в пище энергии происходит в процессе дыхания. Продукты дыхания — диоксид углерода, вода и неорганические вещества — могут вновь использоваться зелеными растениями. В итоге вещество в данной экосистеме может совершать бесконечный круговорот. Однако содержащаяся в пище энергия не совершает круговорот, а постепенно превращается в тепловую энергию. Поэтому необходимым условием существования экосистемы является постоянный приток энергии извне.

Таким образом, основу экосистем составляют автотрофные организмы — *продуценты* (производители), которые с использованием солнечной энергии создают богатую энергией пищу. Наиболее важную роль играют высшие растения. Они, продуцируя органические вещества, дают начало всем трофическим цепям экосистемы, служат субстратом для многих животных и микроорганизмов, активно влияют на микроклимат.

Готовые органические вещества для получения и накопления энергии используют первичные и вторичные гетеротрофы (травоядные и плотоядные животные) — *консументы.* Органические остатки продуцентов и консументов разлагаются на более простые неорганические соединения *гетеротрофными редуцентами,* или *деструкторами.* К ним относятся микроорганизмы (бактерии, грибы), а также животные, питающиеся падалью (например, некоторые насекомые и черви).

Отсюда следует, что каждый живой организм в составе экосистемы занимает определенную нишу в сложной системе взаимоотношений с другими организмами и факторами неживой природы.

Основой любой экосистемы являются трофические и сопутствующие им энергетические связи. В ней постоянно происходит перенос веществ и энергии, которые заключены в пище, созданной преимущественно растениями. Перенос потенциальной энергии пищи, созданной растениями, через ряд организмов путем поедания одних видов другими называется *цепью питания,* или *пищевой цепью,* а каждое ее звено — *трофическим уровнем* (др.-греч. τροφή — питание).

Первый трофический уровень образуют продуценты (растения), второй — первичные консументы (травоядные животные) и третий — вторичные консументы (плотоядные животные и паразиты). Поскольку каждый организм имеет несколько источников питания и сам служит таковым для других организмов из одной и той же или даже из разных пищевых цепей (всеядные организмы, например, человек, медведь, воробей, потребляют и продуценты, и консументы, т. е. живут на разных трофических уровнях), цепи питания многократно разветвляются и переплетаются в сложные пищевые сети.

Существуют два основных типа пищевых цепей — пастбищные (цепи выедания, или цепи потребления) и детритные (цепи разложения*)*. Пастбищные цепи начинаются с продуцентов: клевер → кролик → волк; фитопланктон (автотрофные протисты) → зоопланктон (мелкие беспозвоночные) → плотва → щука → скопа. Детритные цепи идут от растительных и животных остатков, экскрементов животных *(*детрита) к микроорганизмам, которые ими питаются, а затем к мелким животным (детритофагам) и их потребителям (хищникам). Детритные цепи наиболее распространены в лесах, где большая часть (около 90 %) ежегодного прироста биомассы растений

не потребляется непосредственно травоядными животными, а отмирает, подвергаясь затем разложению (сапротрофными организмами) и минерализации. Типичный пример детритной пищевой цепи наших лесов: листовая подстилка → дождевой червь → черный дрозд → ястреб-перепелятник. Детритофагами (кроме дождевых червей) являются также мокрицы, клещи, ногохвостки, нематоды и др.

Пищевая сеть внутри каждой экосистемы имеет хорошо выраженную структуру. Она характеризуется количеством, размером и общей массой организмов — биомассой — на каждом уровне цепи питания. Пастбищным пищевым цепям свойственно увеличение размеров особей при одновременном уменьшении плотности популяций, скорости размножения и продуктивности их биомасс. Снижение биомассы при переходе с одного пищевого уровня на другой обусловлено тем, что далеко не вся пища ассимилируется консументами. Продукция организмов каждого последующего трофического уровня меньше продукции предыдущего в среднем в 10 раз. Эта закономерность получила название «правила экологической пирамиды».

Различают три типа экологической пирамиды: пирамида чисел — численность отдельных организмов на каждом уровне; пирамида биомассы — количество органического вещества, синтезированного на каждом из уровней; пирамида энергии — величина потока энергии. Основание в пирамидах чисел и биомассы может быть меньше, чем последующие уровни (в зависимости от соотношения продуцентов и консументов). Пирамида энергии всегда сужается кверху. В наземных экосистемах уменьшение количества доступной энергии, как правило, сопровождается сокращением биомассы и численности особей на каждом пищевом уровне. Цепи питания вследствие больших потерь энергии не могут быть очень длинными. Обычно они состоят из 3—5 звеньев (трофических уровней).

Ни одна экосистема не существует вечно, рано или поздно она сменяется другой. Это одно из важнейших свойств экосистем, находящихся под воздействием внешней среды и обладающих способностью изменять условия обитания авто- и гетеротрофных организмов посредством их жизнедеятельности. Длительное существование популяций на одном месте преобразует среду так, что она становится малопригодной для одних видов, но пригодной для других, в результате чего развивается биоценоз, более приспособленный к новым условиям. Такая последовательная, направленная и необратимая смена одного биогеоценоза другим называется *сукцессией.*

В зависимости от состояния и свойств среды различают первичные и вторичные сукцессии. *Первичные сукцессии* начинаются на лишенных жизни местах — скалах, песчаных дюнах, наносах рек, застывших лавовых потоках и т. п. При заселении подобных участков такие неприхотливые к условиям среды живые организмы, как бактерии, цианобактерии, многие автотрофные протисты, накипные лишайники, необратимо изменяют свое местообитание и постепенно сменяют друг друга. Основная роль в этом процессе принадлежит накоплению отмерших растительных остатков или продуктов их разложения.

Многие нитчатые цианобактерии (самые высокоорганизованные, сложно устроенные, прокариоты) фиксируют из воздуха азот и обогащают им среду, еще малопригодную для жизни. Лишайники играют существенную роль в почвообразовательном процессе, так как выделяемые ими органические кислоты растворяют и разрушают горные породы (места их поселения), а за счет разложения их слоевищ происходит образование почвенного гумуса. Бактерии путем расщепления органических веществ гумуса способствуют накоплению элементов минерального питания. Постепенно формируется почвенный профиль, изменяются гидрологический режим участка и его микроклимат. Таким образом, лишайники вместе с другими

прокариотами и эукариотами создают условия для других, более совершенных организмов, в том числе высших растений и животных. Такая смена экосистемы длится тысячи лет.

Вторичные сукцессии развиваются на месте экосистем, нарушенных эрозией, вулканическими извержениями, засухой и т. п. В таких местах обычно сохраняются богатые жизненные ресурсы, что влечет за собой довольно быструю смену сукцессии восстановительного типа. Иногда подобные процессы протекают на глазах одного поколения людей — зарастание водоемов, восстановление лугов после пожара, лесов после их вырубки и др.

Динамичность экосистем особенно четко проявляется при изменении климата и почвенно-грунтовых условий на данной территории (заболачивание, засоление) в результате хозяйственной деятельности человека (вырубка лесов, орошение земель в засушливых районах, осушение болот, внесение удобрений на луга, распашка, усиленный выпас скота и т. д.). Все это нарушает сложившийся видовой состав экосистемы и приводит к ее глубокой перестройке, смене одной экосистемы другой. Ведущее значение в этом процессе принадлежит растениям, но их деятельность неотделима от деятельности остальных компонентов системы. Так, после вырубки леса или лесного пожара в бессточных или слабосточных понижениях, где грунтовые воды лежат неглубоко, начинаются процессы заболачивания. Вследствие переувлажнения субстрата ухудшается аэрация и угнетается деятельность почвенных микроорганизмов, в том числе и бактерий гниения. Процессы окисления при этом затухают, что приводит к накоплению органических остатков. В связи с изменением экологических условий поселяются влаголюбивые виды растений.

Первый признак заболачивания — появление в напочвенном покрове кукушкина льна, который, образуя плотный ковер, удерживает большое количество влаги, создает особый водный и температурный режим почвы, затрудняет газообмен между почвой

и атмосферой, задерживает минерализацию органических веществ. В результате создаются благоприятные условия для поселения сфагнового мха, что влечет за собой торфонакопление и, как следствие, образование верхового (сфагнового) болота.

Сообщество растений, животных, грибов и микроорганизмов, созданное для получения сельскохозяйственной продукции и регулярно поддерживаемое человеком, называют *агробиоценозом,* или *агроценозом.* Примерами таких экосистем являются поля, огороды, сады, парки, лесные насаждения. Сообщества растений и животных, искусственно создаваемые человеком в морских и пресноводных водоемах, также можно отнести к категории агробиоценозов.

Агроценозы, как и любые другие природные экосистемы, обладают конкретным видовым составом (культурные растения, сорняки, насекомые, дождевые черви и др.) и определенными взаимоотношениями между живыми организмами и средой обитания. Эти взаимоотношения наиболее четко проявляются на уровне трофических связей между организмами, особенно при воздействии на ценоз человека (обработка почвы, подсев культурных растений на лугах и т. д.). В агроценозе (например, пшеничное поле) складываются те же пищевые цепи, что и в природной экосистеме: продуценты (пшеница и сорняки), консументы (насекомые, птицы, полевки, лисы) и редуценты (грибы и бактерии). Обязательное звено этой пищевой цепи — человек, который своим трудом создает каждый агроценоз и обеспечивает его высокую продуктивность, а затем собирает и использует урожай.

Между агроценозом и естественным биогеоценозом существует ряд различий. Прежде всего, это разное направление отбора. В природных экосистемах (леса, тундры, степи, пустыни, реки, моря и т. д.) действует естественный отбор, отметающий неконкурентоспособные формы организмов и их сообществ в биогеоценозе и тем самым обеспечивающий его основное

свойство — устойчивость, в агроценозах — преимущественно искусственный отбор, направляемый человеком главным образом на повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Экологическая устойчивость агроценозов невелика. Без участия человека агроценозы зерновых и овощных культур существуют не более года, многолетних трав — 3—4 года, плодовых культур — 20—30 лет. Затем они распадаются или отмирают.

Разные у них и источники энергии. Единственным источником энергии для биоценоза является Солнце, тогда как агроценозы помимо солнечной получают от человека дополнительную энергию (например, посредством использования различных удобрений).

Одно из самых существенных различий между биогеоценозом и агроценозом — баланс питательных элементов. В биогеоценозе первичная продукция растений (урожай) потребляется в многочисленных цепях питания и вновь возвращается в виде CO_2, воды и элементов минерального питания в систему биологического круговорота. В агроценозе такой круговорот элементов резко нарушается, поскольку значительную их часть человек изымает с урожаем. Поэтому для возмещения потерь необходимо постоянно вносить в почву удобрения.

Таким образом, агроценозы, в отличие от естественных биогеоценозов, имеют ограниченный состав растительных и животных компонентов, не способны к самообновлению и саморегулированию, подвержены угрозе гибели от массового размножения вредителей или болезней и требуют постоянной поддержки со стороны человека.

Агроценозы занимают примерно 10% всей поверхности суши (1,2 млрд га) и дают человечеству около 90% пищевой энергии. Их неоспоримые преимущества перед естественными экосистемами — неограниченные потенциальные возможности увеличения продуктивности, что, в свою очередь, должно сопровождаться научно обоснованной заботой о плодородии почвы,

обеспечением растений влагой и элементами минерального питания, охраной сортов растений и пород животных от неблагоприятных абиотических и биотических условий среды.

5. Биоразнообразие: проблема сохранения

Биоразнообразие — это многообразие жизни во всех ее проявлениях. Различают генетическое, видовое и экосистемное разнообразие, т. е. разнообразие самих экосистем. Сегодня известно около 2,5 млн видов, причем 74% из них связано с тропическим поясом, 24% — с умеренными широтами и 2% — с полярными районами. Этот список считается неполным, так как не выявлены многие мелкие животные (в частности, насекомые и паукообразные), грибы и бактерии. Предполагается, что общее число видов на планете составляет от 5 до 30 млн. Биологическое разнообразие разных групп организмов существенно различается.

Богатство форм жизни поражает воображение. Существует множество систем их классификации. На сегодняшний день все живые организмы в соответствии со степенью их родства упрощенно разделяют на внеклеточные формы жизни (вирусы) и клеточные, которые, в свою очередь, подразделяют на ряд царств.

Какова же роль основных царств живого в биосфере?

Вирусы. Внеклеточная форма живого вещества — вирусы, открытые в 1892 г. Д. И. Ивановским (1864—1920), не способны к самостоятельному существованию и развиваются в клетках других живых организмов: бактерий, растений и животных, включая человека. В биосфере они выполняют особую функцию, вызывая тяжелые заболевания живых организмов, приводящие многих из них к гибели. Тем самым вирусы приводят к гибели ослабленных и способствуют выживанию наиболее приспособленных организмов.

КЛАССИФИКАЦИЯ КЛЕТОЧНЫХ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

А. Надцарство *Доядерные организмы,* или *Прокариоты*

I. Царство *Дробянки*

1. Подцарство *Архебактерии*
2. Подцарство *Настоящие бактерии*
3. Подцарство *Оксифитобактерии*

Б. Надцарство *Ядерные организмы,* или *Эукариоты*

II. Царство *Животные*

1. Подцарство *Простейшие*
2. Подцарство *Многоклеточные*

II. Царство *Грибы*

III. Царство *Растения*

1. Подцарство *Багрянки*
2. Подцарство *Настоящие водоросли*
3. Подцарство *Высшие растения*

Бактерии. Царство *Дробянки* держит рекорд по разнообразию способов питания — оно единственное, где есть представители всех типов питания. Среди бактерий можно встретить около 50 видов древнейших фитоавтотрофных организмов на нашей планете. Гетеротрофные бактерии, в свою очередь, играют в биосфере две основные роли: разложение отмерших организмов и возвращение исходных элементов в окружающую среду (значительная часть этой работы происходит в пищеварительных трактах многоклеточных животных) и непрерывное вовлечение в круговорот новых порций минеральных веществ.

Одним из крупнейших событий в современном естествознании стало открытие *архебактерий* (др.-греч. ἀρχαιος — древний). Обычно они обитают в экстремальных условиях. Для анаэробных серных архебактерий оптимальны температуры 85—105 °С, аэробные серные архебактерии живут в среде с водородным показателем pH около 1. Есть бактерии, которые живут в водах, где концентрация поваренной соли достигает 20—30 ‰.

По способу питания архебактерии делятся на хемо- и фотоавтотрофов, а также гетеротрофов. Удивительно, но среди архебактерий нет форм, вызывающих заболевания растений и животных.

Цианобактерии — древнейшие обитатели планеты. Застоявшиеся лужи и прибрежные камни нередко покрывает слизистая пленка оливкового цвета. Это и есть колонии цианобактерий, или, как их было принято называть раньше, синезеленых водорослей. Цианобактерии можно считать экологическим феноменом. Они первыми заселяют вулканические пеплы и туфы, их находят даже в ядерных реакторах. Среди цианобактерий имеются группы с различным питанием: фотоавтотрофы, хемотрофы, гетеротрофы. Около сотни видов цианобактерий способны фиксировать азот атмосферы.

Фиксацию азота по значению можно сравнить только с фотосинтезом. Из фиксируемого естественным путем азота около 90% связывается прокариотами и только 10% — при атмосферных электрических процессах — разрядах молний.

Цианобактерии совместно с бактериями и почвенными насекомыми создают почвы на голых скалах. Их биосферная роль определяется тем, что они заселяют бесплодные прежде субстраты, подготавливая последние для заселения разнородными живыми организмами.

А что же ядерные организмы? Какова их роль в глобальной экосистеме? *Ядерные,* или *эукариоты,* — надцарство организмов, клетки которых имеют ядро. И у каждого царства эукариот своя роль в биосфере.

Животные. Подцарство *Простейшие* — это одноклеточные животные организмы, живущие преимущественно в водной среде (в водоемах, во влаге, содержащейся в почве, в телах других организмов). Большая их часть питается бактериями, одноклеточными водорослями и прочими мелкими организмами, в том числе и другими простейшими. В водных экосистемах они способствуют перераспределению вещества.

Многие морские простейшие имеют наружный скелет, состоящий из элементов, содержащихся в морской воде. Именно эти организмы участвуют в образовании осадочных горных пород.

Многоклеточные животные более многочисленны, чем простейшие, — их около 1,3 млн видов. Многоклеточные животные питаются органическим веществом, в процессе пищеварения преобразуя значительную его часть в минеральные соединения, которые возвращаются в окружающую среду в виде, пригодном для усвоения автотрофами. В морских экосистемах многие многоклеточные животные кормятся фитопланктоном, одновременно воздействуя на него продуктами своего обмена веществ. Таким образом многоклеточные животные регулируют биомассу первичной продукции, производимую фитопланктоном.

Жертвами хищников, как правило, становятся больные и ослабленные животные, уничтожение которых способствует оздоровлению их популяции. Долгое время человек видел в хищниках своих конкурентов и боролся с ними. При этом дичи становилось меньше: начинались массовые болезни животных — эпизоотии. Сегодня человек, наконец-то осознав свои ошибки, взял хищников под охрану.

Животное по природе своей — существо кочующее. Перемещаясь, они тем самым перемещают живое вещество биосферы. И если насекомые, кочуя, переносят его лишь на десятки метров, то позвоночные, особенно птицы и некоторые рыбы, — на расстояния, измеряемые километрами и иногда даже тысячами километров.

Многоклеточные животные нередко переносят на себе других, более мелких животных, а также «чужое» репродуктивное вещество — пыльцу, споры, семена высших растений — и тем самым способствуют плодоношению и дальнейшему расселению как растительных, так и животных организмов. Так, 87 % ныне живущих цветковых растений опыляются преимущественно насекомыми.

Птицы и млекопитающие нередко разносят созревшие семена. А семена некоторых растений настолько хорошо приспособлены к прохождению через кишечник позвоночных, что этот процесс даже ускоряет их развитие.

Грибы. Долгое время грибы относили к растениям. Французский ботаник начала XVII в. С. Вейан писал о них: «Грибы — проклятое племя, изобретение дьявола, придуманное им для того, чтобы нарушить гармонию остальной природы, созданной Богом!» Все грибы лишены способности самостоятельно синтезировать органическое вещество. Абсолютное большинство из них — гетеротрофы-сапротрофы, использующие для питания органические соединения мертвых тел, поэтому грибы выполняют функцию разрушителей органических веществ, созданных автотрофами. Именно грибы, а не бактерии, как думали раньше, играют ведущую роль в разрушении органического вещества.

Растения. В клетках растений-автотрофов находится хлорофилл — пигмент, содержащий магний. С помощью хлорофилла происходит преобразование солнечной энергии в энергию органических веществ.

Среди представителей царства растений важное место занимают *водоросли.* Они очень разнообразны по строению, и практически все, за исключением небольшой группы, относятся к автотрофам. Роль водорослей в биосфере определяется тем, что они создают первичную продукцию.

Большинство *высших растений* также принадлежит к фотоавтотрофам. Однако такие растения, как росянка и пузырчатка, «охотятся» за животной пищей, восполняя таким путем хронический недостаток азота в почве. Подобных растений особенно много в тропиках и субтропиках. Некоторые из них ловят даже мелких млекопитающих.

Растения, будучи автотрофами, не способны обеспечивать себя азотом. Буквально купаясь в азотной атмосфере (в воздухе его над каждым гектаром около 80 тыс. т), они находятся на иждивении у прокариотов — добытчиков азота.

Биологическое разнообразие — важный биологический индикатор состояния биосферы и входящих в ее состав биомов, который чутко реагирует на воздействия человека. В настоящее время проявляется тенденция к снижению биологического разнообразия. В современном мире ежедневно исчезают от 1 до 10 видов животных и еженедельно — 1 вид растений. Гибель одного вида растений ведет к уничтожению примерно 30 видов мелких животных, связанных с ним в цепи питания. Уменьшение биоразнообразия чревато глобальными изменениями, поскольку биотическая компонента природной среды выполняет множество функций. Одна из них — формирование условий, пригодных для жизни. Все, что ведет к уменьшению биоразнообразия, способствует вырождению жизни.

Причины снижения разнообразия — растущее потребление ресурсов, пренебрежительное отношение к видам и экосистемам, недостаточно продуманная политика в области освоения природных ресурсов, непонимание значимости биологического разнообразия для устойчивости биосферы. Исчезновение отдельных видов обычно связано с нарушением условий местообитания и чрезмерной добычей, влияющей на сокращение численности промысловых животных, особенно тех, которые высоко ценятся на рынке. Под угрозой находятся редкие виды, имеющие коллекционную ценность. К числу других причин относятся ухудшение кормовой базы и целенаправленное уничтожение в целях защиты сельского хозяйства и промысловых объектов.

Программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера» занимается вопросами сохранения биологического разнообразия, а также улучшения отношения людей к природной среде. Она стимулирует проведение междисциплинарного исследования, предполагая наличие демонстрационного и подготовительного этапов с использованием биосферных заповедников в качестве живых лабораторий для изучения устойчивого развития.

Биологическое разнообразие отдельных экосистем определяется взаимодействием целого ряда факторов. В экосистемах с богатыми и хорошо увлажненными почвами, в теплом климате может быть больше видов, чем в экосистемах с бедными, холодными и очень сухими почвами. Если ландшафт был подвержен значительным нарушениям (например, после сильного лесного пожара), обеднившим его флору и фауну, то даже при благоприятных условиях и по прошествии длительного времени экосистемы будут иметь весьма низкое биологическое разнообразие. При умеренных нарушениях экосистем (легкий выпас, выборочная рубка леса на ограниченной площади) биологическое разнообразие увеличивается. Зависит оно и от неоднородности территории: на равнине всегда будет ниже, чем в горной местности, где на ограниченной площади представлено много различных экотопов. Это связано с неодинаковой высотой участков над уровнем моря, разными экспозицией и геологическими породами (кислые граниты, щелочные известняки) и т. д.

Деятельность человека нередко прямо или косвенно способствует уничтожению отдельных видов и экосистем биосферы. Угрозу для биологического разнообразия сегодня представляют такие типы деградации окружающей среды, как затопление или заливание продуктивных земель, бетонирование, асфальтирование или застройка мест обитания диких животных и т. п. Обильное орошение полей вызывает засоление, т. е. повышение концентрации солей в почве до уровня, не переносимого растениями, вследствие чего исчезают типичные растения этих мест.

Огромную роль в нормальном функционировании биосферы играют леса. Растительные сообщества суши поглощают такие опасные атмосферные загрязнения, как оксид углерода, диоксид серы, пары ртути и тяжелые металлы. Леса сдерживают почвенную эрозию, обеспечивают нормальный

поверхностный сток вод, поддерживают уровень грунтовых вод, препятствуют заливанию рек, каналов, водохранилищ. В настоящее время общая площадь лесов на планете составляет около 42 млн кв. км.

Сведение лесов — одна из самых сложных экологических проблем. Ежегодно их площадь сокращается на 2%. Особенно интенсивно уничтожают влажные экваториальные леса в Африке и Латинской Америке. Сведение лесов неблагоприятно влияет на функционирование биосферы, нарушает соотношение кислорода и углерода в атмосфере. Только 1 га лесов дает в течение года до 20 млн куб. м чистого воздуха.

Вырубая леса, человек сокращает видовое разнообразие биосферы, обедняет генофонд планеты. Его деятельность оказывает огромное влияние на круговороты химических элементов, что порождает сложнейшие экологические проблемы глобального характера. А потому, как никогда ранее, человечество беспокоится о том, что будет происходить с климатом и живыми существами при различных антропогенных воздействиях.

Сохранение и поддержание биологического разнообразия основано на сохранении видового, генетического и экосистемного разнообразия. Видовое разнообразие включает число биологических видов в пределах рассматриваемой территории (сообщества). Его уменьшение влечет за собой снижение генетического разнообразия (в том числе и у сохранившихся видов). Для сохранения 99% генетического разнообразия внутри вида необходимо существование не менее 1000 особей данного вида. Экосистемное разнообразие представляет собой число экосистем, обнаруживаемых на данной территории, и сочетание животных, растений и микроорганизмов, связанных физической средой обитания. Множественность конкурентно взаимодействующих экосистем обязательна для поддержания устойчивости биосферы.

Существуют три основных способа сохранения генетических ресурсов планеты: сохранение видов в естественных условиях, их искусственное разведение и, наконец, сохранение геномов в законсервированном состоянии.

Практическая деятельность по сохранению биологического разнообразия в естественных условиях предполагает, в первую очередь, сохранение и поддержание исторически сложившихся состава и структуры лесного фонда, водных экосистем, обеспечивающих сбережение жизнеспособных размножающихся популяций и видов. Это способствует сохранению мест обитания для выживания биологических видов животных и растений.

Основную нагрузку по сохранению экосистемного биоразнообразия несет система государственных природных заповедников и национальных природных парков. Это изъятые из хозяйственного пользования особо охраняемые природные комплексы, представляющие собой типичные или, наоборот, редкие ландшафты, которые служат средой обитания для диких растений и животных и одновременно используются для отдыха населения, туризма, экскурсий, просветительских мероприятий. Основная задача подобных заповедных зон — сохранение биоразнообразия за счет максимального исключения влияния деятельности человека. Дополнительно к государственным природным охраняемым территориям решениями администрации местных органов на закрепленных за ними землях могут создаваться внутрихозяйственные заказники в целях сбережения особо ценных видов растений и животных, что также способствует сохранению и приумножению биоразнообразия. В ряде регионов России, благодаря развитию особо охраняемых территорий и проведению природоохранных мероприятий, наметились предпосылки к увеличению численности лося, сократилось падение численности дикого кабана. В основной части ареала возросла численность косули,

продолжается увеличение численности соболя, тетеревиных птиц в связи со снижением антропогенного воздействия и хорошим состоянием кормовой базы.

Искусственное разведение диких животных и дикорастущих растений осуществляется в питомниках, зоопарках и ботанических садах, на фермах, в виварiях, а также в домашних условиях у любителей. Питомники делят на комплексные (в них содержатся виды различных систематических групп), специализированные (для разведения одной крупной систематической группы, например, хищных птиц) и профилированные, занимающиеся воспроизводством одного вида. Крупные ботанические сады имеются сегодня в каждой природной зоне мира. Иногда численность разведенных в зоопарках животных столь высока, что их выпускают в природные условия. Так были восстановлены популяции зубров и бизонов. Ряд видов диких животных содержится и разводится на фермах (крокодилы, черепахи, антилопы).

В связи с обширным и систематическим внедрением антропогенной деятельности в природные экосистемы особую важность приобретает проблема сохранения геномов в законсервированном виде и в первую очередь тех, чья численность упала ниже критической, необходимой для их выживания. В качестве способа консервирования используется глубокое замораживание в жидком азоте при температуре –196 °С. Сегодня подобным образом хранят половые клетки, гонады, многие соматические клетки ранних зародышей и ряд органов животных, а также семена, пыльцу и меристему растений. Наиболее перспективна генетическая информация замороженных зародышей. Этот метод уже испытан для некоторых видов млекопитающих и беспозвоночных. Замораживание семян растений испытано более чем на 800 видах. Однако метод глубокого замораживания существует сравнительно недавно, поэтому трудно прогнозировать сроки хранения без утраты жизнеспособности замороженных материалов.

Итак, сохранение биоразнообразия — это комплекс мер, направленных на поддержание численности и структуры группировок видов в естественных экосистемах, условий обитания и нормального размножения. И это — непременное условие жизнедеятельности человека. На защиту и сохранение разнообразных видов животных и растений и их среды обитания направлена Конвенция Организации Объединенных Наций о биологическом разнообразии (1992 г.), к которой присоединились 190 стран. Она обязывает государства беречь биоразнообразие, обеспечивать его устойчивое развитие, предусматривая справедливое распределение выгод от использования биоресурсов.

Вопросы для самопроверки

1. Как осуществляется взаимосвязь живых организмов в популяциях, сообществах, экосистемах и какова их роль в биосфере?
2. Какие функции выполняет биотическая компонента экосистем биосферы?
3. Что общего и специфического в понятиях экосистемы и биогеоценоза?
4. Как осуществляется взаимосвязь биотического и абиотического в экосистемах?
5. В чем особенность агроценозов, какова мера их устойчивости?
6. Почему биологическое разнообразие является условием устойчивости биосферы?
7. Какое воздействие оказывает человечество на биоразнообразие?

III. Экология биосферы

Как наша прожила б планета,
Как люди жили бы на ней
Без теплоты, магнита, света
И электрических лучей?

А. Мицкевич

Термин «биосфера» для обозначения совокупности живых организмов, населяющих нашу планету, впервые употребил еще в 1803 г. один из известнейших эволюционистов Жан-Батист Ламарк (1744—1829). В науку это понятие вошло в 1875 г., когда профессор Венского университета, геолог Эдуард Зюсс (1831—1914), говоря о различных оболочках земного шара, впервые использовал его в своей книге о происхождении Альп.

Совершенно иной, более глубокий смысл вложил в этот термин В. И. Вернадский (1863—1945) [6; 18]. Ему принадлежит заслуга создания целостного учения о биосфере. На формирование его взглядов большое влияние оказали работы В. В. Докучаева (1846—1903), особенно труды о почве как органо-минеральном естественно-историческом образовании. Докучаев составил генетическую классификацию почв, разработал методику их картирования, создал карту почв Северного полушария и обосновал универсальность закона мировой зональности [19]. Он первым изучил взаимосвязи живых организмов со средой обитания в различных природных зонах [20].

1. Биосфера — глобальная экосистема

Биосфера — это глобальная экосистема, включающая в качестве компонентов как живое, так и косное вещество. Данные палеонтологии, палеоклиматологии привнесли в науки о Земле «стрелу времени». О биосфере можно сказать, прежде всего, то, что она является наружной оболочкой Земли, развитие которой

обусловлено постоянным притоком солнечной энергии. Более сложное понимание биосферы предполагает рассмотрение ее как *глобальной экосистемы.*

Важнейшие компоненты каждой экосистемы — живые организмы. Их совокупность (т. е. все обитающие в биосфере виды и особи) составляет *живое вещество* — главный компонент биосферы, — обладающее рядом особенностей: химические реакции протекают в нем в тысячи, а иногда в миллионы раз быстрее, чем в неживом веществе; слагающие его белки, липиды, углеводы и т. д. устойчивы только в живых организмах; оно отличается большим химическим разнообразием (известно свыше 2 млн органических соединений и около 3 тыс. минералов (природных неорганических соединений)); для него характерно произвольное, в значительной степени саморегулируемое движение — пассивное (рост организмов и их размножение) и активное (направленное перемещение организмов, в основном животных); оно стремится заполнить собой все возможное пространство, как газ — весь объем сосуда (давление жизни); представлено в виде дискретных тел — индивидуальных организмов; его морфологическая форма неоднородна, состоит из сообществ разных видов; цикл развития не исчерпывается одним поколением — «все живое из живого»; его воспроизводство происходит не по типу «штамповки» — абсолютного копирования предыдущих поколений, а путем постепенных изменений в строении и функциях; существует оно благодаря вещественному, энергетическому и информационному взаимодействию с окружающей средой.

На Земле непрерывно чередуются поколения живых существ, благодаря этому современное живое вещество родственно и генетически связано с живым веществом всех прошлых геологических эпох, а также с косным веществом атмосферы (до уровня озонового экрана), гидросферы и верхних слоев литосферы (главным образом, в границах почвы).

Биомасса — это суммарная масса всех особей какого-либо вида, группы видов или всех живых существ, населяющих биосферу. Она выражается в единицах массы сухого или сырого вещества, отнесенных к единицам площади или объема (в разных местообитаниях она может быть выражена в кг/га, г/кв. м, г/куб. м, кг/куб. м и т. д.). Биомасса всей биосферы составляет примерно 1,8 × 108 г сухого вещества.

Долгое время считалось, что биомасса океана значительно превышает биомассу суши. Недавние исследования позволили получить более точные данные о биомассе континентов и океанов: на континентах преобладают растения, в океане — животные. Живое вещество планеты сосредоточено в основном в зеленых растениях суши. И несмотря на то, что океан занимает 70,2 % всей поверхности Земли, биомасса его организмов составляет всего 0,13 % от суммарной биомассы всех живых организмов планеты.

Живое вещество выполняет следующие функции в биосфере:

- *энергетическую* (поглощение солнечной энергии при фотосинтезе, а химической энергии — путем разложения энергонасыщенных веществ; передача энергии по пищевым цепям);
- *транспортную* (перемещение огромных масс химических элементов и веществ в различных направлениях, в том числе и против силы тяжести, в результате пищевых взаимодействий живого вещества);
- *деструктивную* (разложение, минерализация мертвого органического вещества до простых неорганических соединений — углекислого газа, воды, сероводорода, метана, аммиака и т. д.); эту функцию выполняют организмы-деструкторы — грибы, бактерии, а также животные, поскольку в процессе их жизнедеятельности происходит минерализация органических веществ;

– *концентрационную* (накопление определенных веществ в живых организмах);
– *средообразующую* (преобразование физико-химических параметров среды — литосферы, гидросферы, атмосферы — в условия, благоприятные для существования организмов, в том числе человека). В результате изменились газовый состав первичной атмосферы, химический состав вод первичного океана, образовалась толща осадочных пород в литосфере, на поверхности суши возник плодородный почвенный покров.

Абиотические компоненты биосферы. Атмосфера, гидросфера и литосфера вовлечены в экосистемные процессы, происходящие в биосфере. Атмосфера, гидросфера и почва (поверхностные слои литосферы) оказывают влияние на живое вещество биосферы, обеспечивая его минеральным питанием, водой и воздухом.

Биосфера обладает тремя особенностями: в ней в значительном количестве содержится жидкая вода; через нее проходит мощный поток солнечной энергии; в ней находятся поверхности раздела между веществами, существующими в трех фазах — твердой, жидкой и газообразной. Все это служит предпосылкой для активного обмена веществом и энергией, в котором большую роль играют живые существа.

Известно, что 1,5—2 млрд лет биосфера пребывала в виде прокариотических организмов в условиях анаэробной, бескислородной атмосферы. На сегодняшний день живое вещество существует в условиях кислородосодержащей атмосферы; парциальное давление и весовая концентрация O_2 составляют 160 мм и 299 г/куб. см соответственно. На высоте 20 км и выше парциальное давление кислорода слишком низкое, а потому жизнь там невозможна, хотя объем кислорода остается таким же, как и на уровне моря.

Живое вещество нуждается в достаточном количестве жидкой воды и благоприятной температуре. Та его часть, которая производит органическое вещество за счет углерода, входящего в состав углекислого газа, потребляет его при определенном парциальном давлении (на высоте свыше 6 км парциальное давление углекислого газа меньше, чем необходимо). Живое вещество практически отсутствует там, где концентрация солей примерно в 10 раз превышает их содержание в морской воде.

Парниковые газы атмосферы. Сложная система атмосферных процессов приводит к изменению состава атмосферы в зависимости от ее температуры. Наряду с основными компонентами — азотом и кислородом — в атмосфере присутствуют пары воды, так называемые микрогазы, летучие органические соединения и короткоживущие реакционно-способные продукты фотохимических реакций, прежде всего OH.

Многие из атмосферных газов радиационно-активны, но только пары воды, углекислый газ, метан, озон, закись азота (оксид азота (IV)) и галогеноуглеводороды (фреоны) содержатся в концентрации, способной повлиять на радиационный баланс Земли и тем самым на ее климат.

Наибольшее значение имеют пары воды, поглощающие большую часть отраженной от поверхности Земли солнечной радиации, преимущественно в инфракрасной области спектра. При этом остается «окно» для излучения с длиной волны 8—18 мкм. Углекислый газ поглощает отраженное излучение в диапазоне 12—18 мкм, метан и закись азота — в коротковолновой, а озон и фреоны — в средней части «окна». Увеличение их концентрации усиливает парниковый эффект, т. е. уменьшает отдачу энергии в космос, поэтому данные газы называют парниковыми.

О роли в атмосфере углекислого газа было известно уже более ста лет назад; присутствие других микрогазов было установлено позже, а их влияние на парниковый эффект выявилось совсем недавно, при математическом моделировании атмосферных

явлений. Механизм взаимосвязи содержания диоксида углерода и метана со средней температурой на поверхности Земли, по мнению специалистов, еще до конца не ясен. Установить, что здесь причина, а что следствие, предстоит ученым XXI в.

2. Космическая и планетная среда биосферы

Космическое воздействие на биосферу. Известен ряд фактов, подтверждающих, что жизнь — это не только земное, но и космическое явление: живое вещество создается и поддерживается космической энергией Солнца; через него энергия Солнца постепенно передается в более глубокие части планеты, ее земной коры; оно находится в непрерывном химическом обмене с космической средой, но никогда самостоятельно не зарождается.

Установление зависимости жизни на Земле от космических явлений связано с именами таких ученых, как швейцарский астроном Р. Вольф (1816—1896), рассчитавший зависимость магнетизма Земли от цикличности пятнообразования на Солнце, и русский ученый А. Л. Чижевский (1897—1964), установивший периодическое влияние Солнца на биосферу Земли.

Солнечная радиация несет смертельно опасное для живого вещества ультрафиолетовое излучение. Однако биосферу защищает ряд экранов. Озоновый экран образовался с появлением в атмосфере кислорода, особенно после «позеленения суши» — выхода из океана растений. Процесс образования озона (O_3) происходит в верхних слоях атмосферы, главным образом, на высоте 18—26 км. Под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца молекулы кислорода распадаются на свободные атомы, которые могут присоединяться к другим его молекулам. Причем свободные атомы кислорода, соединяясь с молекулами озона, образуют две молекулы кислорода. Таким образом, между кислородом и озоном устанавливается равновесие. Озон поглощает ультрафиолетовые лучи, их повышенные дозы вызывают повреждение нуклеиновых кислот

и белков, гибель жизни. Без такой защиты лучи могли бы уничтожить все живое в биосфере. Загрязнители ускоряют распад озона и сдвигают равновесие реакции в сторону кислорода.

Земля защищена от интенсивной космической радиации магнитным полем. Если бы его не было, космическое излучение смогло бы за короткий срок разложить на ионы и электроны весь воздух атмосферы. Жизнь на Земле стала бы невозможной. Линии земного магнитного поля отражают космические лучи, обладающие малой энергией, и они, как правило, не могут проникнуть в нижние слои атмосферы. Однако среди низкоэнергетических лучей находятся такие, которые достигают земной поверхности, причем не только со стороны одного из магнитных полюсов. Из полюса вытекают силовые линии, потому он и защищен магнитным коконом. Лишь космические лучи с очень большой энергией способны пробить земную оболочку и долететь до поверхности Земли, независимо от географической широты, что случается довольно редко. Таким образом, космические лучи вблизи Земли ведут себя по-разному, в зависимости от их энергии и точки падения.

Условия жизни на Земле в значительной степени определяются расстоянием, отделяющим ее от Солнца. Если бы Земля сместилась со своей орбиты и перешла на орбиту Венеры, ее водная оболочка исчезла бы из-за так называемого необратимого убегающего парникового эффекта. При повышении температуры поверхности планеты началось бы усиленное испарение океана, что повлекло бы за собой еще большее повышение температуры поверхности планеты вследствие поглощения водяным паром ее инфракрасного (длинноволнового) излучения. А это, в свою очередь, спровоцировало бы еще более быстрое испарение океана. Таким образом, рост температуры внутренних слоев атмосферы планеты из-за парникового эффекта опережает повышение их температуры вследствие конденсации пара. В результате пар не конденсируется и не выпадает в виде осадков, а под действием ультрафиолетового облучения

диссоциирует на кислород и водород. Кислород при этом вступает во взаимодействие с планетной корой, а водород может навсегда покинуть планету. Именно так сформировалась атмосфера Венеры.

Если Землю переместить на орбиту Марса, жизнь могла бы там зародиться, пройти несколько стадий эволюции, а впоследствии угаснуть. Сочетание физических и биологических процессов на Земле привело к формированию ее внешних оболочек — атмосферы, гидросферы и литосферы, которые являются средой обитания живого вещества.

Внутрипланетарные явления, оказывающие влияние на биосферу. Наружный твердый слой Земли — литосфера — состоит из тектонических плит. Под застывшей, жесткой скорлупой земной коры в постоянном движении находится вещество мантии. Конвекционные потоки переворачивают раскаленные глыбы. В некоторых местах магма через трещины изливается на поверхность, в других — блоки океанической коры уходят вниз, в мантию. Литосфера «плавает» на астеносфере — размягченной благодаря высокой температуре верхней части мантии. На еще большей глубине высокое давление превращает жидкое вещество мантии в твердое, но пластичное.

На глубине в несколько сот километров «утонувшее» дно океана претерпевает изменения: под действием высокого давления происходит перекристаллизация материала. Став более плотным, он опускается до поверхности внешнего ядра, представляющего собой жидкий металл, находящийся в постоянном движении. В нем зарождается магнитное поле Земли. Внутреннее ядро, как показывают некоторые эксперименты, — это единый гигантский кристалл железа.

Процессы, протекающие в недрах Земли, оказывают влияние на биосферу. Внутреннее тепло планеты, перемещения литосферных плит, тектонические и сейсмические колебания, вулканическая деятельность влияют на температуру, ландшафты и биоту биосферы.

3. Взаимодействие живого вещества

Живые организмы, составляющие биосферу, взаимодействуют друг с другом и с разнообразными химическими веществами, образующими атмосферу, гидросферу и литосферу. Чтобы понять сущность экологических взаимодействий, обратимся к геологической истории. Данные палеонтологии подтверждают, что 3,8 млрд лет назад представители царства прокариот достигли высокого разнообразия и в это время сформировались главные типы обмена веществ. Группы микроорганизмов уже были объединены в сообщества «разделением труда» в биогеохимических циклах. Вне этих циклов любая группа обречена на гибель преимущественно из-за истощения ресурсов питания и отравления среды собственными продуктами обмена. Итак, с самого начала основу жизни составляли сообщества.

И в современной биосфере живое вещество всегда организовано в разнообразные сообщества. Казалось бы, этому противоречит жизненный опыт: чистые сосновые леса, птичьи базары, лежбища морских котиков. Однако это кажущееся однообразие: в самом чистом сосновом лесу обитает около тысячи видов разнообразных живых организмов.

Попробуем смоделировать трофические взаимодействия живого вещества, помня о разделении труда, существующем в биологическом разнообразии биосферы. Улавливать энергию Солнца и образовывать органическое вещество способны зеленые растения, а также некоторые бактерии. Из всех обычных и широко используемых источников энергии с Солнцем не связана только атомная энергия. Нефть и газ, как полагают, — это продукты разложения древнего океанического планктона, организмов, прямо или косвенно получавших энергию от Солнца; уголь — древесные растения, погребенные под отложениями в ходе геологической истории.

Сегодня человек с помощью современных достижений техники пытается использовать солнечные лучи непосредственно для своих целей. Но тот факт, что энергия, заключенная в нефти, газе и угле, «родом из Солнца», напоминает нам, что природа уже выполняет работу по преобразованию солнечных лучей в заряженные энергией молекулы. Этот процесс известен нам как фотосинтез. Он протекает благодаря наличию светочувствительного вещества — хлорофилла. Фотосинтез, во многом еще таинственный, хранит разгадку того, как в зеленом листе благодаря энергии солнечных лучей образуется пища для всего сущего на Земле. Раскрытие всех тайн фотосинтеза сулит многое: понимание сокровенных тайн жизни, овладение солнечной энергией, искусственный синтез углеводов, жиров и белков.

Кроме солнечного света для фотосинтеза требуются вода и диоксид углерода. В результате фотосинтеза образуются различные сахара. Диоксид углерода относится к низкоэнергетическим химическим соединениям, а в химических связях сахаров заключен большой запас энергии. Следовательно, в процессе фотосинтеза энергия солнечного света превращается в химическую энергию и в таком виде запасается.

При фотосинтезе, помимо органических веществ, образуется кислород, часть которого используется самими растениями при дыхании. Но его, как правило, получается больше, чем требуется растениям. Жизнь всех животных, в том числе и жизнь человека, зависит от этого избытка кислорода.

Зеленые растения как автотрофы. Автотрофами (др.-греч. αὐτός — сам и τροφή — пища) называют те организмы, которые берут нужные им для жизни химические элементы из окружающей их косной материи, не используя для построения своего тела готовых органических соединений другого организма. Основным источником энергии, используемым автотрофами, является Солнце. Автотрофы — кормильцы биосферы. Они не только кормятся сами, но и кормят других.

Автотрофы, в свою очередь, могут быть фотоавтотрофами, если используют в качестве источника энергии солнечный свет, и хемоавтотрофами, если используют энергию окисления неорганических веществ. В биосфере существуют организмы, главным образом бактерии, способные поглощать из окружающей среды неорганические соединения и преобразовывать их в органические питательные вещества в полной темноте. Например, в некоторых местах в глубинах океана, вблизи горячих источников, бактерии перерабатывают сероводород в органические вещества. Подобный тип питания получил название хемосинтеза.

Все автотрофы являются продуцентами (лат. *producentis* — производящий, создающий) и производителями первичной продукции. Лишь они непосредственно или косвенно обеспечивают питательными веществами все другие организмы, называемые гетеротрофами.

Гетеротрофы (др.-греч. ἑτερος — иной) — это организмы, использующие для питания органические вещества, образованные другими организмами. Все животные, грибы, большинство бактерий, а также бесхлорофилльные наземные растения и водоросли — гетеротрофы. В экосистемах они являются консументами (лат. *consumo* — потребляю) и редуцентами (лат. *reducentis* — возвращающий). Консументы — потребители живых организмов — включают такие группы: растительноядные — фитофаги; плотоядные — хищники; всеядные — эврифаги. Редуценты питаются преимущественно остатками мертвых организмов. Их называют детритофагами, если они просто потребляют мертвую органику, и деструкторами, если разлагают сложные молекулы на более простые неорганические соединения.

Видовое разнообразие гетеротрофов значительно богаче, чем автотрофов, однако их общая биомасса меньше. Гетеротрофы образуют вторичную продукцию. Таким образом, в биосфере постоянно происходят процессы преобразования неорганического, косного вещества в органическое и обратно — органического вещества в минеральное (неорганическое).

4. Биогеохимический круговорот веществ

Конечное количество вещества в биосфере стало бесконечным благодаря круговороту веществ. Питание, дыхание и размножение организмов и связанные с ними процессы создания, накопления и распада органического вещества обеспечивают постоянный круговорот веществ и энергии. Круговорот веществ происходит не только в результате геохимических процессов, но и благодаря системе течений в Мировом океане, циркуляции в атмосфере, испарению воды, выпадению осадков. Возникновение жизни на Земле сопровождалось биогеохимическими преобразованиями.

Биогеохимический круговорот веществ — это повторяющиеся взаимосвязанные физические, химические и биологические процессы превращения, перераспределения и перемещения веществ в природе. Преобразование веществ и потоков энергии в процессе взаимодействия автотрофных и гетеротрофных компонентов является общим свойством биосферы и составляющих ее экосистем — наземных, пресноводных, морских или искусственно созданных человеком.

Движущими силами биогеохимического круговорота служат потоки энергии Солнца и деятельность живого вещества. В результате биогеохимического круговорота перемещаются огромные массы химических элементов, а также концентрируется и перераспределяется аккумулированная в процессе фотосинтеза энергия. Длительное существование живого вещества биосферы обеспечивают круговороты биогенных элементов — углерода, азота, кислорода, серы и фосфора.

Круговорот углерода протекает двумя путями. Первый — поглощение углерода в процессе фотосинтеза с образованием органических веществ, перемещение в пищевых цепях биосферы и последующее захоронение в литосфере (торф, уголь, нефть, горючие сланцы и др.). Второй — миграция углерода в различных водоемах, где происходит осаждение карбонатов

биогенным и хемогенным путями с образованием мощных толщ известняков. Полный круговорот углекислого газа осуществляется всего за 300 лет.

Общая масса углерода в атмосфере составляет около 720 Гт, в освещаемом слое океана — 630 Гт, в наземной биомассе — 560 Гт. Ежегодно океан поглощает 2,4 Гт углекислого газа, т. е. 50% от его общего количества, образующегося при сжигании топлива (5 Гт). Важный потребитель углекислого газа — наземная биомасса. Годовой цикл углерода (фотосинтез и дыхание) в ней равен 120 Гт, из них половина (60 Гт) приходится на первичную продукцию. Органическое вещество, образовавшееся при фотосинтезе, разлагают микроорганизмы. Ежегодно при разложении органического вещества выделяется в 12 раз больше углерода, чем при сжигании топлива. Распад органического вещества первичной продукции — это тоже результат циклического процесса, который слагается из дыхания растений и разложения их корневых выделений микроорганизмами. За счет последнего ассимилируется до 60% углерода. Следовательно, цикл *фотосинтез — дыхание почвы* в течение вегетационного периода очень интенсивен. Даже небольшие нарушения этого цикла могут сказаться на балансе углекислого газа в атмосфере.

Круговорот кислорода — это планетарный процесс, связывающий атмосферу, гидросферу и литосферу. В атмосфере кислород может присутствовать в виде озона (O_3), атомарного кислорода (O) или чаще всего в форме свободного кислорода (O_2), который поддерживает жизнь, но и сам является продуктом жизнедеятельности.

Круговорот кислорода в биосфере весьма сложен, так как этот элемент участвует в образовании множества химических соединений минеральной и органической природы, хотя осуществляется преимущественно между атмосферой и живыми организмами. Продуцирование и выделение свободного

кислорода в атмосферу происходят в основном при фотосинтезе зеленых растений. Расходуется он в различных окислительных процессах, в том числе при дыхании растений и животных.

Для полного обновления всего атмосферного кислорода требуется примерно 2000 лет. При биогеохимическом круговороте этого элемента в биосфере некоторая часть вещества «захоронается». Это привело к тому, что в атмосфере накопился биогенный кислород, а в земной коре — различные соединения с его участием.

На биогеохимических круговоротах в биосфере неблагоприятно сказывается деятельность человека. «С человеком, несомненно, появилась новая огромная геологическая сила на поверхности нашей планеты. Равновесия в миграции элементов, которые установились в течение геологических времен, нарушаются разумом и деятельностью человека», — писал В. И. Вернадский [21, с. 258]. Поэтому так важно познать сущность круговорота каждого биогенного элемента, чтобы человек смог своей деятельностью «вписаться» в глобальные процессы.

Особое значение имеет *круговорот воды.* Он связывает воедино все части гидросферы: океан, реки, подземные воды, почвенную и атмосферную влагу. Но живое вещество, включенное в этот круговорот, сильно изменяет его характер. Так, биологическое испарение (транспирация) лесов и болот может намного превышать физическое испарение с поверхности океана.

5. Биосфера и время: ритмы развития

Развитие биосферы и слагающих ее живых организмов охватывает большую часть геологической истории Земли. В результате развития возникает новое качественное состояние биосферы, ее состава и структуры.

Биосфера существовала без человека почти 4 млрд лет. История человечества на этом фоне — лишь мгновение. Сознание отдельного человека не может охватить время и сущность

эволюции биосферы. Лишь усилиями многих специалистов по изучению геологической и палеонтологической летописей описаны этапы развития этой сложнейшей глобальной саморегулирующейся системы. Исследование геологической и палеонтологической летописей Земли — вот основной источник знаний о прошлом. С их помощью установлено, что живые существа влияют на климат Земли уже около 2 млрд лет, поддерживая постоянную температуру в относительно узких пределах, несмотря на усиление теплового излучения Солнца. Относительная стабильность глобальной среды жизни удивительна, ведь биосфера постоянно испытывает разнообразные воздействия, в том числе и очень масштабные.

Солнечная система движется вокруг центра Галактики, что время от времени способствует изменению скорости движения планет, в связи с чем на Земле происходят периодически повторяющиеся процессы активного горообразования, рифтогенеза и вулканизма. Тектонические движения глобального масштаба влияют на уровень Мирового океана. Кардинальные преобразования абиогенных компонентов биосферы влекут за собой колебания биологической продуктивности, смещение биогеохимических циклов. Каждые 180 млн лет изменяются климат и уровень Мирового океана, происходят потепления и морские трансгрессии. Каждый такой период состоит из более коротких, соответственно по 90 и 22 млн лет.

Сложные взаимодействия космоса и биосферы пока недостаточно исследованы. Не ясно, как менялись ритмика и геохимия биосферы. Предполагается, что с ростом разнообразия живых организмов гомеостаз биосферы, т. е. ее способность противостоять изменениям, сохранять постоянство состава и свойств, совершенствовался. Поэтому можно допустить, что на ранних этапах эволюции саморегуляция биосферы имела иной, возможно, не циклический характер. Для оценки современного состояния биосферы важно знать, в какой фазе она сегодня находится.

За геологическую историю помимо циклических изменений необратимо развивалась биосфера, многократно неузнаваемо менялись морские и наземные ландшафты. Вместе с ликом планеты беспрерывно видоизменялись и живые организмы. Эпохи бурного видообразования и расширения биоразнообразия чередовались с периодами массового вымирания организмов, сокращения ареалов, изоляции.

Основные этапы развития биосферы:

- *архей* — возникновение карбонатных отложений предположительно в результате деятельности бактерий или водорослей;
- *протерозой* — появление различных водных организмов, в том числе цианобактерий (сине-зеленых водорослей), а также различных животных, в том числе многоклеточных кишечнополостных;
- *палеозой* — образование наземных растений (псилофитов, затем хвощей, папоротников, голосеменных, саговниковых и гинкговых, распространение лесов), первых насекомых и позвоночных (бесчелюстных рыб, амфибий);
- *мезозой* — начало расцвета рептилий (черепах и динозавров), появление первых примитивных млекопитающих; в юрском периоде вымерли гигантские амфибии, распространились летающие рептилии, возникли первые птицы и костистые рыбы; в меловом периоде появились змеи, на континентах в это время преобладали хвойные растения и папоротники, позже их сменили покрытосеменные, образовались леса из дубов, тополей, буков, пальм; конец мелового периода — вымирание рептилий;
- *кайнозой* — из рептилий сохранились крокодилы, черепахи, ящерицы и змеи; млекопитающие и птицы заняли экологические ниши, освобожденные вымершими рептилиями; растительность изменилась незначительно. Конец кайнозоя — появление человека.

Самый загадочный — начальный этап развития биосферы. Она стала формироваться примерно 3,5 млрд лет назад в виде микробных сообществ. Исследование морфологии микроскопических остатков этих организмов, продуктов их жизнедеятельности и условий захоронения подтвердило, что это были цианобактерии, или сине-зеленые водоросли.

Микробиологи и палеонтологи склоняются к тому, что цианобактерии почти не изменились с той поры, когда на Земле возникла жидкая вода. За 3 млрд лет они настолько преобразили среду обитания и биосферу в целом, что с появлением новых, более сложных организмов вынуждены были потесниться. За умение изменять среду цианобактерии расплачиваются неумением менять себя.

Специалисты предполагают, что в течение значительной части докембрия на Земле преобладали мелководные ландшафты, занимавшие целые континенты.

Микробиологические исследования проб ледяного керна при помощи флюоресцентного и сканирующего электронного микроскопирования впервые показали присутствие микроорганизмов в толще ледника Центральной Антарктиды. Таким образом была подтверждена гипотеза о возможности существования весьма длительного анабиоза микроорганизмов — в несколько десятков или даже тысяч лет. Среди выделенных из толщи ледника микроорганизмов есть представители разных видов бактерий, дрожжей, одноклеточных водорослей, а также пыльца высших растений. Численность их в разных горизонтах толщи ледника меняется в довольно широких пределах, что, по-видимому, свидетельствует о различии климатических условий, в которых формировались эти горизонты.

В истории биосферы неоднократно происходили массовые вымирания больших групп видов. Лишь недавно удалось количественно оценить масштаб этих загадочных явлений. Ученые обратились к морским организмам потому, что геологическая

летопись океана значительно полнее летописи суши, которая постоянно размывается. Эти исследования принесли неожиданный результат: крупнейшие вымирания происходили с определенной периодичностью, особенно заметной в течение последних 250 млн лет. Примерно каждые 25—30 млн лет биосферу потрясали крупные катастрофы.

Сегодня известно пять крупнейших экологических катастроф, сопровождавшихся массовым вымиранием видов. При этом виды, обладавшие более высокой организацией и более приспособленные к изменившимся условиям, выживали и расширяли свой ареал.

Экологические катастрофы в развитии биосферы:

- *граница ордовика и силура* (440 млн лет назад) — мощнейшее оледенение;
- *граница девона* (360 млн лет назад) — жизнь вышла на сушу;
- *граница перми и триаса* (266 млн лет назад) — грандиозная катастрофа: массовая гибель живого;
- *триас — юра* (210—211 млн лет назад) — кризис, но динозавры выжили;
- *мел — палеоген* (60—62 млн лет назад) — гибель динозавров.

Причину этой периодичности ищут, прежде всего, в космосе, где также происходят циклические процессы. Широко обсуждается гипотеза влияния Немезиды — невидимой звезды, названной в честь древнегреческой богини возмездия. Согласно этой гипотезе, каждые 26 млн лет звезда Немезида проходит вблизи Солнечной системы, что приводит к бомбардировке Земли кометным веществом. При этом поднимаются огромные массы пыли, газа, водяного пара, дыма и пепла от гигантских пожаров и вулканических извержений; атмосфера загрязняется; начинаются похолодание и гибель организмов, сначала — зависимых от фотосинтеза, затем — поедающих растения и т. д.

Однако гибель динозавров и другие массовые вымирания организмов в результате ударных воздействий космических объектов — пока лишь предположение. Палеонтологи все чаще обращаются к поискам внутренних причин великих вымираний, чтобы разобраться в особенностях самой биосферы.

6. Устойчивость биосферы

Устойчивость есть способность экосистемы поддерживать постоянство своей структуры и функций, а также восстанавливаться после их нарушения.

Биосфера — открытая система, обменивающаяся веществом и энергией с окружающей средой. Чтобы понять механизмы устойчивости глобальной экосистемы, вспомним, какие явления поддерживают жизнь во всех нас и в большинстве других живых существ на планете. Речь идет в основном о двух фундаментальных процессах — потоке энергии, исходящей от Солнца, которая проходит через атмосферу, различные вещества и живые организмы и в конечном итоге излучается обратно в космическое пространство в виде тепла, и круговороте химических элементов, необходимых для живых организмов.

В центральной части Солнца происходит превращение водорода в гелий. В результате этой реакции ядерного синтеза непрерывно высвобождается огромное количество энергии. Солнечное излучение обогревает Землю, поставляет энергию, используемую растениями для синтеза соединений, обеспечивающих их жизнедеятельность. Солнечная энергия поддерживает круговорот химических элементов и служит движущей силой атмосферных процессов, перераспределяющих тепло и влагу на земной поверхности.

Благодаря солнечной энергии поддерживается непрерывность жизни в биосфере. Существуют и «земные» факторы, благоприятствующие восстановлению биосферы после экологических кризисов и катастроф. Важнейший критерий

устойчивости экосистем геологического прошлого — биологическое разнообразие. Именно оно способствует формированию компенсаторных (восстановительных) и регулятивных механизмов, которые позволяют говорить о биосферном гомеостазе.

Общее число биологических видов на Земле — до 10 млн (возможно, до 30 млн), но пока установлено и описано только около 1,5 млн видов. Среди живых существ преобладают насекомые (их примерно 1 млн видов), а среди насекомых — жуки. Почти четверть всех установленных в настоящее время видов относится к жукам, так что Землю справедливо было бы назвать планетой жуков. Позвоночные составляют всего 2% из известных видов, однако ежегодно в разных уголках планеты открывают в среднем 3 новых вида птиц и 15 — млекопитающих. После каждой экологической катастрофы биосфера «воскресала» благодаря видам, обладавшим новыми адаптивными признаками. Разнообразие видов не исчерпывает всего биологического разнообразия. В рамках каждого вида его популяции и особи генетически различаются в гораздо большей степени, чем представлялось ранее. Две случайно выбранные особи одного вида, например два человека, будут иметь сотни, а возможно, и тысячи индивидуальных особенностей генов и хромосом. Подобные различия очень важны, поскольку многие из них связаны с чувствительностью к изменению параметров среды, определяют приспособленность и даже возможность выживания, напоминая, что естественный отбор продолжается.

Сегодня устойчивость биосферы поддерживается процессами, свойственными как автотрофам, так и гетеротрофам, разнообразие которых (размеры, способы передвижения, пищевые предпочтения) обусловлено дублированием звеньев биогеохимических циклов и взаимозаменяемостью составляющих компонентов.

Системы, не содержащие избытка всех функциональных компонентов, менее устойчивы и со временем разрушаются. Стабильность глобальной экосистемы обеспечивается этой избыточностью. Если в экосистеме присутствуют несколько видов-автотрофов и условия фотосинтеза для каждого из них оптимальные, суммарная скорость фотосинтеза может оставаться неизменной даже при колебаниях температуры.

Важную регулирующую роль в биосфере играют виды, особи которых невелики по размеру, но имеют высокую численность. Бактерии, грибы, простейшие, а также черви, моллюски, членистоногие потребляют значительную часть биопродукции. Доля крупных животных (земноводных, пресмыкающихся, птиц, млекопитающих), потребляющих биопродукцию, составляет не более 1 %.

Биологическое разнообразие проявляется в богатстве информационных (звук, запах, свет, форма, линия, объем), вещественных (преобразование косных веществ в органические, органических в минеральные) и энергетических (превращение солнечной энергии в химическую, электрическую, тепловую) связей живого и косного веществ, а также во взаимосвязях геосфер (атмосферы, гидросферы, литосферы) и процессах глобального биогеохимического круговорота веществ.

Возраст биосферы около 3,5 млрд лет, и все это время ее эволюция не прерывалась. Основная климатическая характеристика — температура у поверхности Земли — также относительно мало изменялась за время эволюции живого вещества. Средней глобальной температурой в настоящее время считают 288 K (шкала Кельвина начинается с абсолютного нуля; таким образом, 288 K = +15 °C), ее изменения с учетом ледниковых периодов не превышали 10—20 градусов. За 4 млрд лет концентрация CO_2 в атмосфере уменьшилась в 100—1000 раз (из-за ослабления вулканизма и расхода радиоактивных элементов в недрах Земли), что неблагоприятно сказалось на питании растений.

Вместе с тем накопление кислорода в атмосфере ускорило развитие живого вещества, но не пошло на пользу анаэробным (способным жить без кислорода) организмам. Они были почти полностью вытеснены новыми, аэробными организмами.

Есть предположение, что за время существования биосферы с лица Земли исчезло несколько миллиардов видов, тогда как сейчас их насчитывается несколько миллионов. Те виды, которым удалось пережить изменение условий, дали начало новым видам. Устойчивость биосферы, ее способность возвращаться в исходное состояние после любых возмущающих воздействий очень важны.

В процессе эволюции биоты биосферы были периоды устойчивого развития и периоды катастроф. А каково же состояние биосферы сегодня?

За последние 200 лет концентрация углекислого газа в атмосфере увеличилась более чем в полтора раза. Такая тенденция очень важна для биосферы, поскольку CO_2 необходим для существования растений, к тому же он вместе с водяным паром определяет парниковый эффект, а следовательно, и климат. При этом скорость накопления углерода в атмосфере увеличивается одновременно с еще более быстрым ростом выброса углерода в нее при сжигании ископаемого топлива, производстве цемента и т. п.

Поток углекислого газа из атмосферы в живое вещество растет, значит, увеличились или биомасса живого вещества, или его продукция. Чем же это можно объяснить, учитывая, что площадь лесов постоянно уменьшается? Ответ прост — либо растет биомасса других экосистем, либо из-за возрастания концентрации CO_2 в атмосфере и средней температуры воздуха повышается продуктивность растений. И действительно, наблюдаются обе эти тенденции. Таким образом, экспериментальные данные не дают оснований для вывода о потере биосферой устойчивости, о ее деградации. Однако не следует

забывать, что за увеличением содержания CO_2 и других парниковых газов в атмосфере неизбежно идет потепление климата, а быстрое расходование ископаемого топлива, накопленного природой за миллионы лет, приведет к скорому истощению запасов нефти и газа (через 60—80 лет) и даже угля (через 1000—3000 лет).

Антропогенная нагрузка на биосферу очень велика. Уменьшить ее можно только посредством сокращения расхода ископаемого топлива, перехода на альтернативные источники энергии и восстановления тропических лесов. Изменяется ли климат и каким он станет в будущем? За последние 130 лет произошло потепление климата на 0,5—0,6 °С, причем в высоких широтах — на 1—1,5 °С. За этот же период уровень океана поднялся на 10—12 см в результате таяния льда. В низких широтах уменьшилось количество осадков, а в высоких — увеличилось.

Причины современного потепления очень сложны, единой точки зрения у специалистов пока нет. Однако климатологам удалось разработать прогноз изменений климата. Они пришли к выводу, что одной из важнейших причин этих изменений является увеличение парникового эффекта из-за сжигания ископаемого топлива. Если современный расход ископаемого топлива сохранится, то к 2050 г. концентрация CO_2 в атмосфере вырастет на 11—50 %, а к 2100 г. — на 12—500 %.

При удвоении концентрации CO_2 в атмосфере средняя температура к 2050 г. может повыситься на 1,5—2,5 °С. Уровень океана при этом поднимется на 35—55 см, в результате чего будут частично затоплены прибрежные районы многих стран, особенно Японии, Бангладеш, Сенегала, Нигерии, Уругвая и Нидерландов. Общее количество осадков увеличится на 3—155, но их распределение на поверхности Земли останется неравномерным. Не исключен также сдвиг границ климатических зон примерно на 500 км. Участятся засухи в ряде сельскохозяйственных областей.

Некоторые исследователи полагают, что современный период можно считать межледниковым. Поэтому прогнозируемое потепление может быть сведено на нет похолоданием, связанным с переходом в новый ледниковый период. Предполагается, что этот ледниковый период наступит только через несколько тысячелетий, так как современный климат, благодаря наличию на нашей планете значительных ледниковых щитов, весьма устойчив.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение понятию «живое вещество».
2. Почему жизнь возможна лишь при разнообразии живого вещества?
3. Какие факторы определяют устойчивость биосферы?
4. Справедливо ли утверждение, что жизнь в значительно большей степени явление космическое, чем земное?
5. Каковы движущие силы и факторы эволюции живого?
6. Почему развитие живого вещества сопровождается повышением уровня его организации и степени приспособленности к окружающей среде?

IV. Экология человека

В меня вместятся оба мира, но в этот мир я не вмещусь:
Я суть, я не имею места — и в бытие я не вмещусь.
Всё то, что было, есть и будет, — всё воплощается во мне,
Не спрашивай! Иди за мною. Я в объясненья не вмещусь.

Насими

Беспрецедентное развитие техники и технологии, меняющее образ жизни людей и зачастую ведущее к негативным экологическим последствиям, непредвиденные социальные перемены и трансформация устоявшихся ценностно-мировоззренческих установок осложняют жизнедеятельность человека и провоцируют подрыв его психического и соматического здоровья. Физическое и психическое, природное и социальное, наследственное и прижизненно приобретенное образуют в человеке противоречивое единство. Он представляет собой постоянно развивающееся на основе самосознания и культуры биопсихосоциальное существо. Отчуждение человека от природы, противоречие между его деятельностью и ее непредвиденными последствиями — все это проявления антропологического кризиса. Возникла необходимость адаптации человека к новым условиям природной и социальной среды. Решать эту проблему в целом ряде отношений призвана экология человека.

1. Природа и сущность человека

В экологии человека существенное значение приобретает вопрос о его природе и сущности. Есть две радикально противоположные трактовки природы человека. Одна из них абсолютизирует *биологические детерминанты,* утверждая, что качественные отличия человека и других живых существ в значительной степени стерты. Другая, напротив, игнорирует их роль и во главу угла ставит значение *социальных детерминант*. Анализ этих противоположных трактовок необходим, но оправдан в том случае, если за ним следует осмысление человека как целостности [22].

Под *природой человека* (англ. *human nature*) понимаются те его устойчивые биологические качества, которые мало подвержены коренным изменениям под влиянием социальной среды. Иными словами, природа человека — это общие задатки и свойства, выражающие специфику человека как живого существа и определяющие признаки, образующие биологическое основание его психических и социальных качеств. Она может быть рассмотрена и на уровне *родового человека* — типической модели, носителя общих для людей черт и особенностей, взаимосвязанных между собой, и на уровне *единичного* человека. В целом дискуссионный вопрос о природе человека заключается в следующем: существует ли природа человека как нечто неизменное или же она носит подвижный характер?

Арнольд Гелен [23], немецкий философ XX в., утверждал, что человек — это биологически неспециализированное животное (у него отсутствуют меховой покров, мощные конечности, клыки, когти и т. п.), что не позволяет ему вести исключительно естественное существование. Природная ущербность человека, по его мнению, является стимулятором активности, компенсирующей эту ущербность и неспециализированность, подразумевая тем самым, что интеллект и образ жизни обусловлены особенностями его телесности. Человек создает орудия, усиливающие его физиологические возможности, и, руководствуясь своими биологическими потребностями, приспосабливается к природе и приспосабливает природу к себе. Философ считал, что жизнь человека регулируется в большей степени инстинктами, а не сознанием.

Конрад Лоренц [24], австрийский ученый, лауреат Нобелевской премии, как и А. Гелен, считал, что основу природы человека составляет комплекс инстинктов, среди которых он выделял две группы. Одна включает инстинкты — регуляторы физиологических процессов, другая — инстинкты — регуляторы социальных отношений. Основополагающим инстинктом,

проявляющимся в социальных отношениях людей, как и у других территориальных животных, Лоренц называл агрессию. Она выражается в разнообразных формах поведения — нападении, применении силы, сквернословии и т. п., которые направлены на нанесение вреда или уничтожение сородичей. Конрад Лоренц разделяет точку зрения Герберта Спенсера в том, что органическое развитие человека отстает от его исторического развития. В человеческом обществе регуляторами, тормозящими врожденную агрессию, выступают культурные формы поведения. Наиболее ранние из них — обычаи и ритуалы. Кроме них, согласно Лоренцу, усмиряют «зверя в человеке» правовые, нравственные и религиозные запреты — табу и воспитательные приемы, способные вызывать воодушевление, пропагандировать ценности, священные для каждого.

Австрийский психолог Зигмунд Фрейд [25] обратил внимание на извечное противоречие между общественными нормами и правилами, зафиксированными в культуре, и скрытыми бессознательными психическими силами. Культура выступает запретительным механизмом для проявления бессознательных влечений человека, а это, в свою очередь, служит причиной тому, что чем дальше развиваются культура и цивилизация, тем шире распространяются неврозы людей.

Стабилизирующее значение приобретает тот факт, что природа человека, проявляющаяся в его морфофизиологических и психических особенностях, имеет консервативный характер. Со времени своего образования (примерно 100—150 тыс. лет назад) человек современного анатомического типа по своим генетическим возможностям почти не изменился. Несмотря на огромную пройденную историческую дистанцию, он все еще находится под действием факторов биологической эволюции. Природа человека по истечении тысячелетий сохранилась в основном без изменений.

Однако обострившийся сегодня интерес к природе человека вызван именно угрозой ее непредсказуемого изменения. По мнению Ф. Фукуямы, новые биотехнологии могут в принципе изменить природу человека и привести нас в «постчеловеческую» стадию истории. И если учесть, что «природа человека формирует и ограничивает возможные виды политических режимов, так что если какая-либо технология окажется достаточно могущественной, чтобы переформировать нас, то это будет, видимо, иметь пагубные последствия и для либеральной демократии, и для природы самой политики» [26, с. 320].

Социологизаторский подход рассматривает человека в контексте социальных и культурных связей. Сторонники этого подхода считают, что человеческая природа в качестве некой тотальности отсутствует, каждый индивид лишь отражает изменчивые формы культуры. Люди рождаются пластичными и в ходе социализации оказываются предельно разными: как активные субъекты в процессе своей практической деятельности они преобразуют природу и самих себя. Культура, общественные формы жизни имеют абсолютный приоритет над природными предпосылками человеческого бытия. Культура влияет не только на поведение человека, но и на его видовые особенности — под действием культуры внутреннее устойчивое ядро его природы может быть разрушено. Таким образом, если изменчивость человека безгранична, то нет и однажды преднайденной человеческой природы. «Человеческая жизнь не есть вещь, она не обладает природой, и, следовательно, надо решиться мыслить о ней посредством радикально иных категорий, отличных от понятий, позволяющих исследовать материальные феномены», — считал испанский философ Х. Ортега-и-Гассет [27, с. 86]. Известный британо-американский антрополог Эшли Монтегю утверждает, что «у человека нет инстинктов; то, что он есть и чем стал, приобретено из культуры» [28, с. 11]. В целом различные точки зрения

в рамках социологизаторского подхода представляют человека как производное политических, идеологических и других социальных структур.

Попытка объединения указанных подходов делается в таком научном направлении, как *социобиология.* Ведущий тезис современной социобиологии, основанный на данных генетики, нейробиологии, когнитивной психологии и культурной антропологии, заключается в том, что социальность человека, его культура, общественные отношения определяются генетическими программами.

И все же вопрос о том, насколько культурное развитие детерминировано наследственными признаками, не получил однозначного ответа. Наиболее общепризнана точка зрения относительно того, что в процессе антропосоциогенеза культурно-детерминированные особенности человека преломлялись под влиянием сохранявших свое действие биологических законов жизни: полового диморфизма, возрастного полиморфизма, специфических природных условий бытия человека. Генотип человека обеспечивал возможность восприятия социальной программы, но полное осуществление его биологической организации происходило лишь в условиях социальной среды.

Ведущая экологическая особенность человека наиболее целостно представлена Э. Фроммом: «Человек — единственное животное, которое не чувствует себя в природе как дома… для которого его собственное существование представляет проблему, — он должен решать ее и не может избежать решения» [29, с. 106]. Наряду с этой, сущностной, особенностью назовем и другие. Человек широко расселен, состоит из многочисленных свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство популяций. Адаптации к условиям среды, миграционные процессы и история межпопуляционных скрещиваний послужили причиной возникновения рас, а в пределах каждой расы — множества этнорасовых групп. Для различных рас

характерны собственное распределение типов конституции (мускульное, костное, жировое телосложение), разная степень пигментации кожи и другие морфологические особенности. Этнорасовая группа — это устойчивая, естественно сложившаяся группа людей со своими стереотипами поведения, выработанными в процессе адаптации к культурной и ландшафтной среде. Индивидуальная природа человека уникальна, поскольку наследственная программа, реализованная в ходе его онтогенеза, неповторима. Одновременно специфичны и условия среды, контролирующие реализацию генотипа. Уникальность индивидуального человеческого существования во многом задается специфической генетической программой, взаимодействующей со средовыми факторами. К наиболее значимым аспектам природной среды относятся пищевые ресурсы, особенности климата, геологическая структура местности. Индивидуальная природа человека задается половым диморфизмом, который проявляется в различиях размеров тела, пропорций, скорости метаболизма, психических особенностей, а также этапом онтогенеза. Индивидуальная вариативность поведения человека, в отличие от животных, определяется не жесткими генетическими инструкциями (инстинктами), а надбиологическими факторами культурных программ.

Спецификой индивидуального развития — онтогенеза человека по сравнению с другими приматами — является удлинение периода детства, составляющего пятую часть жизни. Приспособление к социальной реальности требует длительного периода научения в искусственном мире, освоения его ценностей и их принятия. На проявление многих онтогенетических параметров влияют социальные процессы. Так, под действием социальных факторов возрастает средняя продолжительность жизни, изменяются темпы онтогенеза (акселерация).

Человек, как и любой биологический вид, характеризуется определенным набором константных признаков, обеспечивающих устойчивую непрерывность видового существования

человека. Природа человека раскрывается таким образом: с абсолютной точки зрения — она то, что представляют собой тело человека и его психика, а с относительной — как тело человека и его психика предопределяют развитие социальности, культуры, духовности человека (основу его сущности).

Вместе с тем с древнейших времен люди расширяют свой ареал, мигрируя в новые климатические области, заселяя все новые территории. Поэтому подвижность, способность к мобилизации и использование различных приспособлений в определенных условиях стали для них биологической нормой. Для выживания при освоении новых территорий требовалась перестройка деятельности организма в соответствии с иными геофизическими и климатическими условиями. Процесс приспособления строения и функций организма к меняющимся условиям существования получил название «адаптация». Во время адаптации у организма или популяции формируются признаки и свойства, способствующие выживанию и размножению в конкретной среде обитания. Под *адаптацией* понимают все виды врожденной и приобретенной приспособительной деятельности, которые обеспечиваются определенными физиологическими реакциями, свойственными отдельным клеткам, органам, системам органов и организму в целом. Для эколога особенно важны адаптации, свойственные популяции и виду в целом.

Воздействия окружающей среды затрагивают природно-биологическую основу человека, его социальные и духовные качества и способствуют формированию адаптаций, выступающих сущностной стороной механизма самоорганизации человека. Универсальность человека проявляется в том, что в процессе жизнедеятельности (когда проявляется природа человека) и деятельности (когда проявляется сущность человека) он выступает адаптивно-адаптирующей системой. Сегодня предметом экологии человека все чаще называют исследование *адаптациогенеза* человека к различным факторам среды.

Исходя из природных и сущностных особенностей человека различают биологические и психосоциальные адаптации. *Биологические адаптации* человека изучены наиболее полно. На видовом уровне они рассматриваются как эволюционно отобранные приспособления, проявляющиеся в рамках нормы реакции. Биологические адаптации действуют совместно с социальными и обеспечивают приспособленность человека в рамках широкого диапазона природных факторов. На уровне единичного человека они рассматриваются в плане влияния пищевого режима и климатических факторов. Реакции организма человека на изменения факторов среды могут носить как положительный, так и отрицательный характер (в медицине их называют патогенными).

Психосоциальные адаптации осуществляются посредством механизма самоорганизации, когда сознание выступает главным регуляторным центром. Основу ведущих психосоциальных адаптаций человека на уровне вида составляют социальность (ведущий признак видовой организации) и рефлективность сознания (ядро психической деятельности, проявлением которой выступает культура). Уникальность человека как вида заключается в том, что на фоне консервативности биологической эволюции он приспосабливается к изменяющимся условиям скорее за счет своих сущностных, психосоциальных, особенностей, чем за счет генетических механизмов. Сегодня признается, что культурная адаптация — единственный доступный человеку путь, способный спасти вид Homo sapiens от вымирания.

Психосоциальные адаптации личности проявляются в рамках ее отношений в социальном пространстве. Например, в процессе приобретения навыков трудовой деятельности, кооперативной деятельности, коммуникаций, межкультурного общения и особенно ярко — в стрессовых ситуациях и экстремальных условиях.

Воздействия человека на среду приводят к изменению ее состояния. В связи с тем, что человек, в отличие от животных, может приспосабливаться к среде не только как биологическое, но и как социальное существо, он целенаправленно адаптирует внешнюю среду в соответствии с собственными интересами и потребностями. Состояние среды — категория аксиологическая, оценочная: каждая из сред по отношению к человеку может выступать как комфортная, дискомфортная и экстремальная.

Одно из важнейших следствий адаптации человека — его относительно крупные размеры по сравнению с другими живыми существами. Изменение размеров тела можно считать как причиной, так и следствием приспособляемости человека к окружающей среде. Увеличение размеров тела привело к уменьшению относительных затрат энергии и росту подвижности, дало возможность расширить пищевой рацион и индивидуальный участок.

Человек адаптирован к наличию постоянного земного притяжения; гравитацию его организм воспринимает через специальные механорецепторы, постоянно информирующие центральную нервную систему о существовании силы тяжести. Прямохождение человека — это способность основных систем организма противодействовать силе тяжести. Так, скелетно-мышечная система обеспечивает устойчивость сложной многозвеньевой конструкции нашего тела, сердечно-сосудистая — противодействует гидростатическому эффекту гравитации. Если в неживой природе вода всегда течет сверху вниз, то в живом организме благодаря сердцу и специальным механизмам регуляции ток крови может быть направлен против силы тяжести. Это и позволяет обеспечить нормальное кровоснабжение органов тела и прежде всего головного мозга.

В процессе эволюционного развития у человека сформировался строгий суточный ритм двигательной активности, и отдых, особенно в ночное время, — его необходимая фаза.

Индивидуальное развитие, взросление человека занимают продолжительное время, что обусловило замедление темпов размножения, усиление общественных отношений.

Использование источников пищи, чья доступность ограничена в пространстве и во времени (например, животных, добыча которых требует от охотника ловкости, смелости, изобретательности), длительная забота о потомстве, необходимость узнавать других людей и помнить, как нужно вести себя с ними (в соответствии с прошлым опытом), — это все примеры развития социального поведения человека. Сплетение связей и отношений между людьми определяет сущность социогенеза.

Древние люди обладали высокой адаптивной способностью к освоению новой среды обитания и, несмотря на свое тропическое происхождение, смогли заселить различные по природным условиям территории. Человек до сих пор сохранил черты территориальности. У некоторых племен охотников и собирателей в тропических широтах Южной Америки, Африки и Малайского архипелага они выражены достаточно ярко. Попадая в новые условия, организм человека сталкивается с ранее неизвестными видами нагрузок, психоэмоциональным напряжением, перемещением за короткий срок через временные пояса, разнообразием природных зон. В ответ на эти новые условия в организме возникают адаптивные перестройки, которые во многом определяются конституцией человека. Исследования приспособления людей, переселившихся в условия Арктики, высокогорья, пустыни, тропиков из других регионов, показывают, что физиологические процессы организма человека изменяются в направлении, характерном для коренного населения этих регионов.

По способу питания человек относится к гетеротрофным организмам, занимая место на вершине сложных пищевых цепей, и потому он зависит от природной среды, несмотря на все

совершенство созданной им техники. Характер питания различных популяций современных людей обусловлен наличием пищевых ресурсов, климатом, культурными традициями.

Мировое земледелие, основанное на очень малом числе видов-продуцентов, нестабильно. Каждые сорт растений и порода животных сохраняют свои признаки короткое время, следовательно, для поддержания их жизнеспособности необходимо постоянное скрещивание сельскохозяйственных организмов с дикими формами. Для получения высоких урожаев приходится уничтожать сорняки и вредителей, применяя ядохимикаты.

Сегодня подрыв природных основ человека ставит его на грань выживания. Биосферные, природные, адаптации начали стремительно терять свои функции. Тело человека трансформируется в результате сокращения физических нагрузок, роста психического напряжения, вторжения в организм искусственной среды в виде генетически измененной пищи, медицинских манипуляций (искусственного оплодотворения, трансплантации органов). Здоровье человека перестало поддерживаться естественным путем — для его сохранения требуется медицинское вмешательство. Изменяется не только тело, трансформируется и психика человека.

В современном мире он все более интегрируется с техносферой, происходит отход от его природного состояния к социально-надприродному, от естественного — к искусственному. «Вымывание» биосферного человека и формирование биотехносоциального существа с разрушающимся «био» и разрастающимся «социо» сопровождаются глубочайшей трансформацией образа жизни, деградацией тела и природных качеств человека и приближают его к киборгу. Серьезным основанием для этого служит рост повреждающих природу человека антропогенных факторов, к которым его природные основы не имеют эволюционно подготовленной

нормы реакции, а возникающие вредные мутации остаются в популяциях из-за отсутствия выраженного действия естественного отбора.

Новые условия среды снижают качество жизни, поэтому биологическая адаптация при ограниченных возможностях отбора требует реализации обоснованных социально-биологических и медицинских программ.

К числу первостепенных проблем, стоящих перед экологией человека, относятся исследования эволюции механизмов адаптации на индивидуальном, организменном и популяционном уровнях; выявление реакций человеческого организма на воздействие космических, земных и социальных факторов.

Итак, можно выделить два основных направления экологии человека. *Медико-биологическое направление* призвано изучать воздействие среды на здоровье человека (экологическая медицина, экогенетика); экологию человека как биологического вида, в том числе и влияние среды на становление человека в ходе его эволюции. *Социальное направление* ориентировано на рассмотрение воздействий человека на среду обитания (загрязнения и их последствия); проблем народонаселения (динамика прироста населения и его контроль); этно- и урбоэкологических вопросов; психосоциальных условий жизни; предпосылок повышения и поддержания качества жизни.

Таким образом, человек в процессе развития изменяет, но не отменяет в себе биологическое. Благодаря этому развивается взаимосвязь между биологическим и социальным. Понимание единства природного и социального в человеке определяет основу его экологии (междисциплинарная область знаний о человеке, его прошлом, настоящем и будущем). Изучение человека в его экологических аспектах способствует пониманию причин и путей решения медико-биологических, социальных и глобальных проблем.

2. Окружающая среда и здоровье человека

Влияние на человека его здоровья, особенностей питания, климата, образа жизни, социального уклада изучал еще Гиппократ (460—370 гг. до н. э.). Систематическое исследование закономерностей взаимоотношений человека (на организменном и популяционном уровнях) и окружающей среды началось в конце XIX в., когда стали рассматривать физиологические и медицинские аспекты этих взаимоотношений.

Понятие «окружающая среда» предполагает рассмотрение как природной, так и социокультурной среды. Природная среда охватывает факторы прежде всего естественного происхождения, которые характеризуются свойствами самоподдержания и саморегуляции. Однако сегодня исключительно природные факторы среды сохранились лишь в районах с экстремальными условиями существования, малопригодными для жизни человека. Люди имеют дело преимущественно со «второй природой», представляющей собой видоизмененную природную среду: культурные ландшафты, дороги, пространства населенных мест. Эта среда не способна к самоорганизации, она разрушается без периодической поддержки человека. Выделяют также «третью природу» (техносферу) — искусственный мир: постройки, технологическое оборудование, транспорт и др. Данная среда полностью создана человеком, чужда природе и разрушается без непрерывного обновления. Социальная среда — это среда, в которой проходят жизнь человека, его формирование, деятельность. Особенности социальной среды зависят от характера общественных отношений в ней, ее ценностно-мировоззренческих установок. Социальная среда определяет уровень гражданских прав и свободы самовыражения, моральные нормы и другие гуманистические ценности.

Ведущее понятие экологии, как известно, — «взаимодействие». Применительно к экологии человека это взаимодействие осуществляется в *антропоэкосистеме* (экосистема,

в которой протекает жизнедеятельность человека). В центре модели антропоэкосистемы находятся человек или общность людей того или иного масштаба.

Можно выделить следующие взаимосвязанные формы отношения человека к природе: практическое, теоретическое, эстетическое и этическое. *Практическое отношение* включает процессы, обеспечивающие жизнедеятельность человека; оно определяет характер *теоретического отношения* к природе. *Эстетическое отношение* к природе проявляется в потребности человека созерцать красоту естественных явлений, в художественном отображении наблюдаемых форм, пространства, света и т. д. Природа для человека — источник не только жизни и красоты, но и добра. Это и составляет основу *этического отношения* к природе. Воспитание любви к природе ныне становится одной из важнейших задач нравственного воспитания современного человека.

Процесс взаимодействия человека с окружающей средой заключается в постоянном обмене веществами, энергией, информацией и складывается из биологических и небиологических — культурных (технических, общественных) — процессов. Человек и природные факторы среды образуют единство. Природа обеспечивает возможность его существования как биологического вида; техносфера и социум — необходимые условия для воспроизводства и трансляции культурных форм его жизнедеятельности как психосоциального существа.

Люди находятся в сложных экологических взаимодействиях с иными видами — обитателями экосистем, — на чьей территории они поселяются и которые используют в своих целях. Эти взаимодействия носят природный и социоприродный характер. Сегодня разнообразие гораздо беднее, чем это было, например, у ранних гоминидов. Современный человек оттесняет крупных обитателей экосистем, намеренно уничтожая или разрушая места обитания диких животных. Деятельность

человека приводит к сокращению биологического разнообразия видов, экосистем, обеднению генофонда биосферы. Зачастую он наносит вред представителям иных биологических видов по незнанию или небрежности. Некоторых животных человек одомашнил, однако по сравнению с общим числом видов одомашненных животных немного. Люди выращивают большое количество культурных растений, используя их и для создания парков, садов, скверов.

Человек также связан и с другими живыми обитателями биосферы — возбудителями болезней (вирусами, бактериями, грибами, простейшими и другими организмами). Особенно многообразны его вирусные заболевания.

Современные популяции человека отличаются разнообразием социальных связей. В основе социального поведения лежат такие характеристики, как длительная забота о потомстве, способность делиться пищей. У человека прослеживаются и некоторые черты территориального поведения — императив личной собственности, законы и обычаи, предписывающие ему защищать свой дом. Он неизбежно будет противодействовать чрезмерной скученности, избегая тем самым гибели от перенаселения.

Реализуя социальные, надбиологические связи и отношения, люди создают поселения, прокладывают дороги, строят города, разрушая при этом местообитания представителей всех царств живого и изменяя информационный фон жизни обитателей биосферы. Однако одновременно они собирают коллекции растений (ботанические сады, банки генов), животных (зоопарки) и в целях их изучения, и в целях обучения новых поколений.

Природная среда посредством системы социальных связей приобретает универсальное значение для человека, удовлетворяя его самые различные потребности — от непосредственно физических до духовных. Человек адаптируется не только к природе, но и к внешней для него социокультурной среде.

Это имеет важное значение для понимания вопросов неадаптируемости (маргинальности) людей к новым для них социальным, экономическим, политическим и культурным условиям.

Изначально люди обитали на открытых пространствах Центральной Африки, теперь же они расселены по всем материкам. Несмотря на то, что в экваториальном поясе круглый год тепло и влажно (температура редко опускается ниже +24 °С), большая часть населения Земли предпочитает жить в тропических и субтропических поясах, где температура воздуха зимой понижается до +10…+15 °С.

Расширение обитаемых областей к северу от летней изотермы +24 °С и заселение зон со значительно меньшими среднегодовыми температурами, вероятнее всего, произошло после того, как человек начал использовать огонь. Научившись получать дополнительное тепло, люди смогли устраивать жилые зоны, изолированные от внешней среды. Температура, которую мы обычно стараемся поддерживать в своих жилищах, совпадает со среднегодовыми температурами тех местностей, где возникли древние цивилизации.

Температурный фактор сохраняет свое значение и в жизни современного человека. Глобальная оценка плотности населения наглядно показывает ее зависимость от среднегодовой температуры среды. Незначительные сезонные колебания температуры в тропических широтах, по-видимому, наиболее благоприятны для жизни, что служит одной из причин бурного роста населения в этих зонах.

Человек живет в среде, где космические и земные условия находятся в сложной взаимозависимости. Огромное влияние на биосферу оказывают космические излучения, в первую очередь солнечный ветер — инфракрасное и ультрафиолетовое излучения и потоки частиц. Сила солнечного ветра зависит от солнечной активности. Космическое излучение изменяет состояние магнитного поля, являясь причиной геомагнитных

бурь, когда нарушаются биоэлектрическая активность мозга и психические функции — внимание, нервная возбудимость. Замедление реакций на световые и звуковые раздражители, снижение уровня внимания могут служить, например, причиной дорожно-транспортных происшествий и несчастных случаев. Во время магнитных бурь обостряются сердечно-сосудистые и нервно-психические заболевания.

На организм человека влияет весь спектр солнечного излучения. Человек — дневное, солнцелюбивое существо. Солнечный свет через зрительный анализатор ориентирует его в пространстве, повышает активность коры больших полушарий, определяет суточный ритм жизни, обмен веществ. Ультрафиолетовое излучение обусловливает развитие ряда местных и общих реакций: покраснение кожи, усиление деятельности желез внутренней секреции, изменение реактивности организма.

Длительное световое голодание способствует развитию ряда заболеваний, затрудняет лечение туберкулеза, сердечно-сосудистых болезней. Но и повышение дозы солнечной радиации может оказаться неблагоприятным для организма: снижается иммунитет, увеличивается опасность развития злокачественных опухолей.

Человек изменял (и продолжает изменять) соотношение лесов, лугов, пашни, отчуждал земли под строительство и карьеры для добычи полезных ископаемых. Но одновременно, еще с языческих времен, люди соблюдали разного рода запреты (табу), заповедовали родники, рощи, отдельные необычные по форме деревья, валуны и скалы. Человек создавал культурные ландшафты, широко используя при этом различные природные компоненты — рельеф, воду, растительность. Так, усадебные комплексы строили с учетом особенностей рельефа (на борту долины, у ее поворота, на высоких холмах, озерных и морских террасах), что позволяло «открыть дали» и дать максимальный обзор.

В древности уже понимали, что выразительность природного ландшафта может оказывать влияние на здоровье человека. Психоэмоциональное восприятие природной среды сказывается на состоянии организма в целом. Этим отличается воздействие «психического на телесное», тогда как повреждающее или оздоравливающее воздействие физико-химических явлений на телесное имеет, как правило, местный, локальный характер. Линия, цветовое пятно, звучащая нота, в зависимости от характера подсознательных ассоциаций, могут тревожить, успокаивать, раздражать, радовать, т. е. вызывать эмоции. Поэтому восприятие природной среды как источника прекрасного способствует улучшению общего состояния человека — его нервной, пищеварительной, кровеносной и других систем органов. Таким образом, эстетическое наслаждение и переживание связаны с удовлетворением практических потребностей человека, в первую очередь потребности сохранения здоровья.

Картины природы, виды ландшафта порождают особые эстетические впечатления вследствие того, что они связаны с врожденными устойчивыми реакциями людей. Так, вид величественных скалистых гор в грозовую погоду ассоциируется со страхом, ужасом. А залитая солнцем речная долина вызывает ощущение мира и любви. Особенно силен оздоровительный эффект лесов с их прохладой, тишиной, мягким освещением, гармонией звуков и красок, приятным запахом.

Человеку необходим также *звуковой ландшафт*. «Нет ничего более влиятельного на внутренние чувства людей, нежели мелодия и ритм», — писал древнегреческий философ Платон. Человек всегда жил в мире звуков. Еще в доисторические времена рев зверя предупреждал нашего прародителя об опасности; шелест листьев, журчание ручья наполняли его душу спокойствием; воинственный боевой клич помогал устрашить неприятеля. В природе столько звуков, сколько это необходимо

для жизнедеятельности всего живого, для его нормального развития и существования. Каждое из звучаний ясно различимо и несет определенную информацию. Такие звуки легко «читаются» и прекрасно дополняют друг друга, не влияя отрицательно на организм человека и окружающую среду.

Многие выдающиеся деятели науки и искусства считали тишину в природе источником творчества и вдохновения. «Тишина, ты — лучшее из всего, что слышал», — писал русский поэт Борис Пастернак. Великий немецкий композитор Людвиг ван Бетховен не раз повторял, что свои музыкальные идеи он улавливает в природе, в лесу, в тишине. А величайший немецкий поэт и ученый И.-В. Гёте убеждал, что «талантливое рождается в тиши…». Врачи все больше обращаются к природе для немедикаментозного лечебно-профилактического воздействия на человека.

Комфортной, наиболее благоприятной для человека считают температуру воздуха +18…+20 °С при относительной влажности 40—60 %. Чистый свежий воздух содержит достаточное для организма количество кислорода и содействует бодрому настроению, высокой работоспособности. Резкая перемена погоды влияет на соотношение в воздухе ионов, обладающих определенным электрическим зарядом. Отрицательные ионы оказывают позитивное воздействие на здоровье, а положительные — негативное. Когда мы дышим воздухом, напоенным отрицательными ионами (например, около быстро текущей воды), он кажется нам возбуждающим и освежающим. Вдыхание же воздуха, где преобладают положительно заряженные ионы (тесные помещения с обилием всякого рода электромагнитных приборов), приводит к заторможенности, сонливости, головокружениям и головным болям.

Погодные метеорологические колебания здорового человека тренируют и закаливают. Функции нервной и эндокринной систем, обмена веществ у закаленных людей не выходят

за границы нормы. При этом у тех, кто не чувствует погоду, реакции на нее все же проявляются, но неосознанно. В результате болезней (гриппа, ангины, воспаления легких, заболеваний суставов) или переутомления сопротивляемость и резервы организма снижаются, поэтому метеочувствительность отмечается у 35—70 % людей с разными заболеваниями.

Казалось бы, трудно допустить непосредственную связь особенностей строения и функций современного человека с окружающей средой, потому что воздействие климатических и иных факторов в значительной мере нейтрализуется техническими факторами. Однако, несмотря на нейтрализацию или смягчение влияния многих факторов окружающей среды на организм, связь человека со средой обитания очевидна и сегодня. Иначе говоря, признаки строения и функции, сформировавшиеся в начальный период существования человеческого рода, сохранились и сегодня. Такие особенности, как строение тела или протекание энергетических процессов, определяются в основном температурой среды, питанием, а минеральный обмен — геохимическими условиями среды. Наиболее ярко это проявляется у коренных жителей регионов с экстремальными природными условиями.

Можно ли считать экстремальными условия жизни, например, в экваториальном лесу? Низкая освещенность, слабый поток ультрафиолетовых лучей, жарко и влажно, как в теплице. Средняя температура +28 °С (колебания в пределах 3—9 °С), средняя относительная влажность 95 % ночью и 60—70 % днем. Слабые ветры. Воздух насыщен углекислым газом и полон запахов, испарений муравьиной кислоты, микроскопических волосков, чешуек и волоконцев. Уровень испарения в три раза выше, чем в среднем по планете. В подобных условиях людям, принадлежащим к белой расе, жить трудно. Но испокон веку здесь обитают пигмеи. Их изображения найдены на барельефах гробниц египетских фараонов V династии,

созданных четыре тысячи лет назад. Их упоминал в «Илиаде» великий древнегреческий поэт Гомер, о них писали историк Геродот и философ Аристотель. Многие цивилизации исчезли, а пигмеи, живущие в полной гармонии с окружающей средой, пережили тысячелетия.

Объединяясь в маленькие группы (от 5 до 34 человек), они ведут полукочевой образ жизни, приспособленный к условиям влажных лесов. Отлаженный ритм жизни (основным делам отводится либо раннее утро, либо поздний вечер) помогает избежать излишней потери влаги организмом. Несмотря на высокую влажность воздуха, они мало потеют. Люди, живущие в таких лесах, весят меньше тех, кто живет на открытых местах, и ростом они ниже (в среднем 39,8 кг при росте 144 см). Для жителей саванны эти цифры соответственно равны 62,5 кг и 169 см.

По сравнению с представителями других групп населения потребление кислорода при физической нагрузке, объем легких и частота пульса у пигмеев выше среднего. Здоровье у них довольно крепкое, и случаев малярии среди обитателей экосистемы девственного леса мало.

Бесконтрольная вырубка экваториальных лесов заставляет пигмеев менять привычный уклад жизни. И здоровье, и само существование лесных обитателей оказываются под угрозой. Обнаруженные во влажных лесах болезнетворные организмы чаще активизируются именно в расчищенных районах, а не в зарослях, где они опасны главным образом для приматов и грызунов.

У коренных народов Севера (якутов, чукчей, эскимосов) основной обмен на 13—16% выше, чем у приезжих. Значительное содержание жиров в пище и повышенное — в крови, а также относительно высокая способность к их использованию обеспечивают ускоренный энергетический обмен в холодном климате.

У жителей высокогорий в условиях недостатка кислорода и понижения температуры окружающей среды наблюдаются увеличение размеров грудной клетки, усиление теплопродукции и скорости кровотока. Население умеренной зоны по многим признакам строения и физиологии занимает промежуточное положение между северными и южными группами.

Итак, человек нуждается в комфортной природной среде, которая определяется биосферными явлениями, солнечным излучением, погодой, эстетически выразительным и здоровым ландшафтом. Ареал человека охватывает все территории суши, кроме Арктики и Антарктиды, где лимитирующий фактор — температура, а также пустынь, где лимитирующий фактор — наличие воды. Где бы ни обитал человек, его здоровье, природные и социальные условия жизни зависят от окружающей среды, представляющей собой, с одной стороны, систему физических, химических, биологических, психосоциальных, культурных и техногенных факторов, влияющих на существование человека, с другой — совокупность местообитания, воздуха, пищи, воды, экономических и социальных условий жизни. Чтобы выжить, человек должен быстро и точно реагировать на постоянные изменения окружающей среды и уметь им противостоять. Видовые особенности людей — крупные размеры, прямохождение, мощная «антигравитационная» мускулатура, замедление темпов индивидуального развития, усиление общественных отношений и т. п. — все это можно считать адаптациями к среде обитания, признаками здоровья. Ослабление, отсутствие какого-либо из указанных признаков есть свидетельство болезни.

Результаты взаимодействия человеческих общностей с окружающей средой определяют антропоэкологическое развитие. Прогрессивное развитие обеспечивает выживание нынешних и будущих поколений людей и происходит при определенных условиях, которые получили название несущей

емкости экосистем. В свете международных документов прогрессивное развитие в рамках несущей емкости среды называется *устойчивым,* оно реализуется, когда скорость изменения среды обитания оптимально согласована с восстановительными силами природы, в том числе и природы человека [30].

В наше время в глобальной антропоэкосистеме наблюдаются серьезные нарушения, которые приводят к регрессивному развитию, ставят выживание человека под угрозу. На Всемирном саммите ООН по устойчивому развитию (Йоханнесбург, 2002 г.) было введено понятие «фактор уязвимости человека». Он представляет собой «соотношение между реальными угрозами благополучию (здоровью) людей и способностью населения и общества справиться с ними». Оценка уязвимости человека надежно коррелирует с состоянием окружающей среды, увеличивающееся давление на которую делает людей все более зависимыми друг от друга. Человечество обретает сегодня общую судьбу через трансформируемую им природу и становится неразделимым целым, все более интегрируемым с природным окружением.

3. Качество жизни как предмет экологии человека

Качество жизни характеризует состояние природной и социокультурной среды, их соответствие необходимым условиям сохранения и укрепления здоровья, безопасности, гармоничной жизнедеятельности и психологической комфортности человека. Это интегральная характеристика сущности и успешности жизни человека, социальной группы, населения страны.

Понятие «качество жизни» (англ. *quality of life*) впервые появилось в работе «Общество изобилия», опубликованной в 1958 г. американским социологом, экономистом Дж. Гелбрейтом. Оно было предложено в противовес понятию «уровень жизни», носившему прежде всего экономический оттенок и рассматривавшемуся как совокупность материальных условий существования человека. Гелбрейт выступил против

сведения оценочных категорий жизни только к уровню и характеру потребления, проанализировав вызванный устойчивым экономическим развитием рост материального благосостояния населения, который ухудшил экологическую обстановку и усилил социальную напряженность. Следовательно, количественные, экономические показатели не могут служить единственным мерилом прогресса и благосостояния.

Организация Объединенных Наций считает качество жизни одним из главных показателей развития той или иной страны. В последние годы и в России оно возведено в ранг национальной идеи.

Качество жизни — важнейший индикатор устойчивого развития; его улучшение оправдывает изменения в экономической и социальной сферах общественной жизни. Устойчивое развитие социоприродных систем может быть реализовано лишь при условии устойчивого развития человека. Это находит отражение в ежегодных докладах ООН о человеческом развитии, человеческом потенциале и качестве жизни. Исследуемыми качественными характеристиками человека, социума служат индивидуальное и общественное здоровье, возможности самореализации, культурно-нравственные ценности. В программе ООН выдвинута особая концепция устойчивого человеческого развития (КУЧР), в которой обобщены теоретические подходы к устойчивому человеческому развитию и практическому их воплощению. Это создание оптимальных социальных, экономических и экологических условий для жизни человека, способствующих развитию его потенциала в соответствии со своими потребностями и интересами.

Качество жизни — понятие многомерное, характеризующее зависимость физического, эмоционального и психического благополучия человека от экономических, социальных, экологических, политических и иных факторов. Зачастую качество жизни рассматривается в контексте субъективной удовлетворенности людей своей жизнью. Действительно, оценка

качества жизни зависит от миропонимания, традиций, особенностей культуры, меры интеллектуального развития, образованности общества. Вместе с тем имеются весомые объективные индикаторы качества жизни — это состояние здоровья и продолжительность жизни населения, показатели природной среды. Целостное осмысление качества жизни, возможностей повышения его уровня — комплексная проблема, требующая консолидации усилий самых различных наук. Экология человека в данном случае играет важную системообразующую роль.

В целом достойное качество жизни населения достигается при наличии высокого жизненного потенциала общества, направленности социально-экономической деятельности на благо каждого человека и отсутствии бедности. Однако жизнь людей в разных регионах мира настолько различается, что создание единой концепции качества жизни — весьма сложная задача. Даже в масштабах одной страны, как правило, сосуществуют несколько сообществ с неодинаковыми системами потребностей и ценностей, значительно различающимися в показателях качества жизни.

Содержательный анализ качества жизни предполагает выявление показателей, раскрывающих многообразные грани потенциала общества. Так, здоровье, продолжительность жизни, доступность медицинской помощи служат показателями медико-биологического потенциала общества. Личностное благополучие людей характеризуется социальными, нравственными, правовыми, культурными и политическими показателями, которые в целом раскрывают социокультурный потенциал общества. Отдельная группа показателей свидетельствует о благосостоянии людей, их уровне жизни. Это, например, процент граждан, имеющих доходы выше прожиточного минимума; соотношение доходов десяти процентов наиболее богатых и наиболее бедных граждан и др. Они в целом отражают экономический потенциал общества.

Наконец, следует учитывать, что современное общество все в большей степени приобретает мультикультурный, многоконфессиональный характер. Люди, пытаясь уберечь свою традиционную культуру, систему ценностей от унифицирующего давления глобальных процессов, уделяют пристальное внимание национальной и этнической самобытности. Культурное разнообразие без усиления взаимного доверия ведет к отчуждению, возрастанию рисков политических, идеологических и национальных конфликтов. Поэтому одна из главных задач поддержания высокого качества жизни сегодня — создание атмосферы доверия не только к «своим», но и к «другим» национальным, религиозным группам. Именно на этой основе возможны сотрудничество и устойчивое развитие современного общества.

Все известные системы оценки качества жизни отличаются друг от друга по составу предлагаемых критериев. Правда, наметились тенденции к унификации номенклатуры показателей качества жизни. Например, стало обязательным включение в состав этих критериев данных о здоровье населения и продолжительности жизни. Здоровье определяет долголетие человека, который является одним из долгоживущих биологических видов. Это обусловлено, прежде всего, необходимостью длительного воспитания рождающегося беспомощного потомства. Плодовитость человека по сравнению с другими млекопитающими сходных размеров низка. Численность населения на протяжении истории человечества неуклонно возрастала за счет увеличения емкости среды в результате смены типов хозяйствования: собирательство — охота — земледелие — промышленное производство.

Согласно оценкам историков, средняя продолжительность жизни в Древнем Риме составляла 22 года, в развитых странах в 1900 г. — около 50 лет, а сегодня достигла 75—80 лет. *Максимально возможная* продолжительность жизни и в Риме, и в начале XX в., и сегодня — около 115 лет; развитие медицины на этот максимум не повлияло.

Более детально познав свою наследственность, человек сможет исправлять или как минимум отдалять время возникновения многих болезней старческого возраста. Но и в этом случае останется проблема «общего износа» организма. Во многих компьютерах хранятся дополнительные копии главных рабочих программ, и они время от времени проверяют сохранность таких программ, в случае ошибки заменяя их копией. Ни один живой организм не обладает подобной системой; по-видимому, она не может развиться в ходе эволюции. Причина в том, что исправление ошибок остановило бы или сильно замедлило процесс мутаций, а без них невозможна эволюция, т. е. потомки такого организма не смогли бы приспособиться к меняющимся условиям среды и вскоре бы вымерли.

Человек учится проводить операции по замене генов. Однако возможен и иной путь к продлению жизни — замена отказавшего или близкого к отказу органа искусственным или его биологическим эквивалентом. Исключена лишь пересадка мозга. Заменив его, человек станет другой личностью, так как потеряет информацию и процессы, делающие его самим собой.

Но хватит ли возможностей нашего мозга для более продолжительной жизни? Человек как вид, похоже, достиг потолка развития своих интеллектуальных способностей. Стали ли мы умнее со времен Архимеда? Появился ли в наше время драматург, затмивший Еврипида или Шекспира? За последние тысячи лет мы многое постигли, многому научились, но до сих пор некоторые откровения древних мудрецов поражают нас глубиной знаний, интуиции и т. д.

На протяжении многовековой эволюции важнейшие системы жизнеобеспечения организма человека формировались под влиянием тяжелого физического труда и недоедания. Ныне в жизни все более существенную роль играют факторы

противоположного характера — недостаточная двигательная и мускульная активность (гиподинамия), нерациональное (часто избыточное) питание, психоэмоциональные перегрузки. А потому наши современники испытывают постоянный так называемый *моторно-висцералъный голод* — недостаток импульсов, поступающих от интенсивно работающих мышц (моторные рефлексы) и внутренних органов (висцеральные). На нас также оказывают влияние возрастание темпа жизни; сокращение сроков «износа» знаний, техники; «старение» некоторых профессий. Все это предъявляет повышенные требования к внутренним ресурсам человека, его физическому и психическому здоровью, а следовательно, и к образу жизни.

Социологи, врачи, педагоги ратуют за здоровый образ жизни каждого из нас, который включает, с одной стороны, физическую активность, правильное питание, нормальный режим дня, а с другой — отказ от вредных привычек (курение, злоупотребление спиртными напитками и наркотическими веществами, физическое и нравственное насилие). Здоровый образ жизни определяет семейную, трудовую, культурную стороны жизнедеятельности человека, а также формы его поведения.

На заре истории человечества необходимая физическая работа с избытком стимулировалась внешними воздействиями: поиском пищи, схватками с хищниками, борьбой за брачного партнера. Первобытный человек бездействовал, только когда он был сыт, когда ему не угрожала опасность и он не должен был заботиться о продолжении рода.

Современную цивилизацию называют «сидячей», цивилизацией «двойных подбородков». Средний человек проводит в неподвижности до 18 часов в сутки. Недостаток двигательной активности сказывается на общем состоянии организма, способствует быстрой утомляемости и частой смене настроения. Все это, равно как и переедание, курение, вызывает развитие сердечно-сосудистых заболеваний.

Сегодня человек в норме должен получать умеренное по количеству и калорийности, но очень разнообразное питание. Здоровая диета — это ограничение жиров и соли, значительное увеличение доли фруктов, овощей, круп, изделий из муки грубого помола. Источником белка должны служить преимущественно бобовые, нежирные молочные продукты, рыба или постное мясо.

Ученые древности, как и мы, интересовались проблемами долголетия. Средневековые мудрецы искали эликсиры долголетия, медики призывали к умеренности. Однако, несмотря ни на что, одни, соблюдая все советы, жили недолго, другие же, не прилагая никаких усилий, перешагивали столетний рубеж.

Долголетие в значительной степени определяется наследственными генетическими факторами. Но, как и всякое наследство, его можно промотать, а можно и приумножить. Статистика подтверждает, что дольше живут те, кто ведет спокойный, размеренный образ жизни, занимаясь умеренным физическим трудом. Печаль, уныние, страх, тоска, малодушие, зависть, ненависть — вот что укорачивает жизнь человека. Очень опасна скука. Но и чрезмерная радость может привести к смерти. А потому геронтологи советуют придерживаться золотой середины — избегать чрезмерной раздражительности, беречь нервные клетки. Образ жизни человека — мощный фактор *здоровья* и *долголетия.*

Итак, можно сказать, что качество жизни — понятие, целостно характеризующее уровень потребления материальных благ и услуг, меру удовлетворения духовных потребностей, состояние природной среды, здоровье человека и продолжительность его жизни, морально-психологическое состояние общества. Все подходы к оценке качества жизни сходятся в том, что определяющим показателем качества жизни, от которого зависят многие другие, выступает здоровье и долголетие. Здоровье нации, среднее долголетие населения — интегрирующие измерители качества жизни в стране.

Вопросы для самопроверки

1. Как соотносятся понятия «природа» и «сущность человека»?
2. Как природные факторы влияют на здоровье человека?
3. Какие климатические условия наиболее благоприятны для человека?
4. Какова структура окружающей человека среды?
5. Почему не всякий ландшафт вызывает у человека положительные эмоции?
6. Как звук может влиять на здоровье человека?
7. Что такое метеочувствительность?
8. Почему понятие «качество жизни» считается интегративным?
9. Как влияют субъективные факторы на оценку качества жизни?
10. Что определяет объективные показатели качества жизни?
11. Как следует понимать «устойчивое человеческое развитие»?
12. Каковы биологические сроки жизни человека?
13. Чем обусловлена относительная непродолжительность жизни человека?
14. Почему большинству современных людей необходимо сменить образ жизни?

V. Экология общества

Разумная по своим намерениям деятельность людей в масштабе биосферы в большинстве случаев оказывается разрушительной.

М. М. Камшилов

Для существования и развития общества оно должно взаимодействовать с природой, осваивать ее ресурсы, что неизбежно сопровождается не только усилением влияния человечества, его техники на природную среду, но и возрастанием реакции природной среды на это влияние. Целостное изучение этого сложного социоприродного явления, составляющего основу жизнедеятельности человека, возможно на основе принципов и положений социальной экологии.

1. Особенности взаимодействия общества и природы

Особенность взаимодействия человека и природы заключается в том, что, с одной стороны, человек живет природой, является ее частью, а с другой — природные предметы, необходимые ему для жизни, зачастую непосредственно недоступны, они обычно сильнее и могущественнее его и их присвоение возможно лишь посредством преобразования природы. Зачаткам такого присвоения более двух миллионов лет, о чем свидетельствуют археологические открытия. Для того чтобы выжить, человек должен был действовать и «дойти» до технического освоения природы. Техническое (др.-греч. τέχνη — искусство) освоение природы — это использование людьми ресурсов и сил, данных природой. Техника служит опосредствующим звеном во взаимодействии общества и природы.

Сущность и истоки технического освоения природы. Техническое освоение природы представляет собой практическое присвоение человеком вещества, энергии и информации в зависимости от соответствующих потребностей, в результате чего предметы природы или их некоторое сочетание

приобретают качественно новое свойство — служить средством объективирования целей человека. Материальный субстрат, структура, функции и другие показатели присваиваемых предметов природы могут быть либо сохранены (как, например, при использовании самопроизводящихся естественных процессов в земледелии), либо существенно изменены и воспроизведены в виде разнообразных орудий, машин, кибернетических устройств и т. п. Указанные средства объективирования охватываются понятием «техника».

Техническое освоение природы по своему содержанию и результату носит объективный характер. В нем используются познанные эмпирическим или теоретическим путем законы природы. Выявляя последние, человек получает возможность действовать в соответствии с ними, превращать силы, свойства, связи природы — ее богатство — в свои сущностные силы.

Сама возможность технического освоения природы определяется наличием (помимо многочисленных инвариантных связей, т. е. физических, химических, биологических и других законов) особых организационных связей между отдельными явлениями природы. Человек для присвоения тех или иных реалий не может изменить законы природы. Однако он способен изменить структуру организационных связей. Создание такой необходимой дополнительной системы связей между различными явлениями действительности, которая способна ограничить или соответствующим образом (нужным человеку) направить действие тех или иных законов, и составляет суть технического освоения природы. Установление подобной системы выступает как техническое изобретение. Предметы природы, как считал Гегель, «могучи и оказывают разнообразное сопротивление». Чтобы покорить их, «человек вставляет между ними другие предметы, существующие в природе, следовательно, он пользуется природой против самой природы и изобретает орудия для достижения этой цели» [31, с. 269].

Техническое освоение природы наряду с объективной имеет и субъективную сторону. Последняя обусловлена, прежде всего, его целеполагающим характером, зависимостью формирования желаемой цели от своеобразия потребностей общества, доминирующих ценностных ориентаций.

Таким образом, техническое освоение природы определяется следующими основными предпосылками: *объективной* — находимыми для технической деятельности природными данными (факторами, условиями и т. д.), соответствующим уровнем развития техники, познанными законами действительности; *субъективной* — особенностями формы общества, в рамках которой происходит присвоение предметов природы.

Техническое освоение природы человеком было обусловлено высоким уровнем его «телесной организации», достигнутым в результате биологической эволюции. Так, многие виды птиц, пчелы, муравьи строят себе гнезда или жилища, в известной мере опосредуя свою связь с внешней средой. Обезьяны пользуются палками при добыче пищи и т. д. Однако в жизни животных техническое созидание носит односторонний и инстинктивный характер, тогда как для человека оно, благодаря производству разнообразных орудий труда, служит главным средством его жизнеутверждения и развития.

Техническое созидание позволило человеку творить новую реальность, положив начало отсчету социального времени. Умение делать разнообразные орудия, приспосабливать одни силы природы для борьбы с другими выделили человека из животного мира. С развитием техники естественный отбор и другие подобные биологические законы стали оказывать второстепенное влияние на изменения человеческого организма. Телесная трансформация человека прекратилась (или стала незначительной), чтобы уступить место его технической, культурной эволюции.

Существенные сдвиги в развитии способностей к техническому созиданию у древних людей происходили в трудные геологические эпохи, когда отдельные ветви наших предков оказывались на грани вымирания. Лишь благодаря техническому освоению природы человеку удавалось спастись от гибели. Так, растительный и животный мир на Земле, особенно в ее внетропических областях, претерпел значительную пертурбацию в конце плейстоцена, когда заканчивалось вюрмское оледенение. В этот период вымерли многие крупные млекопитающие, в кризисном положении оказались и древние предки человека (австралопитеки). В результате исключительно жесткого естественного отбора смогли выжить лишь немногие их популяции. Для австралопитека, физически менее развитого, чем многие виды животных, успех в борьбе за существование мог быть обеспечен только за счет развития умственных способностей.

В целом в большой исторической ретроспективе, измеряемой миллионами лет, вырисовывается картина эволюции человека, согласно которой этот процесс происходил сравнительно высокими темпами, главным образом, при возникновении затруднений в осуществлении поставленных целей.

Активно преобразовывая природу, человек изменялся сам, одновременно развивался его разум. Появление новых идей, способов и средств, позволяющих преодолевать препятствия, обусловлено противоречиями между возможностями и потребностями в их умножении и усилении, необходимых для решения новых задач.

В ходе развития технического освоения природы достижение той или иной производственной цели было осуществимо лишь на основе коллективных усилий. Люди вступали в определенные связи и отношения, и только в рамках этих общественных связей и отношений имело место производство. В этом смысле история технического освоения природы —

не только история техники и технологии материального производства, но и история становления человечества и современной цивилизации.

Итак, техническое освоение действительности, возникнув в результате борьбы человека с природой, изменило характер этой борьбы. Произошли относительное ослабление непосредственной зависимости человека от природы и усложнение системы звеньев, опосредствующей их взаимодействие. В силу этого изменились форма и характер единства человека и природы.

Способность человека противостоять природным силам, приспосабливать их к своим нуждам Гегель обосновывал «хитростью» его разума: «То, что цель ставит себя в опосредствованное соотношение с объектом и вставляет между собой и им другой объект, можно рассматривать как хитрость разума» [32, с. 204—205]. Подчеркивая роль разума как организующего фактора человеческой деятельности, Гегель видел его могущество в независимом существовании вне и над природой, общественным бытием. Для него человеческий разум — это не результат развития предметной деятельности, а проявление некоего «мирового разума». Тем не менее, рассматривая надуманный мистический процесс его проявления как взаимопревращение опредмечивания и распредмечивания в трудовой деятельности, Гегель в «Феноменологии духа» открыл объективную диалектику самопорождения человека. На самом деле разум человека развивался в ходе предметной деятельности, по мере того как он преобразовывал природу.

Производственное отношение, в отличие от биологического, потребительского, характеризуется высокой степенью активности и способствует развитию человека как в социальном, так и в познавательном планах. Человек при этом не довольствуется непосредственно данным природой и для присвоения ее реалий постоянно решает новые задачи, сталкивается с новой ситуацией. Перед производителем неминуемо возникает ряд проблем. Какое изменение должен претерпеть предмет?

Какими средствами возможно осуществить эти изменения? Как получить эти средства? Чтобы снять их, субъект зачастую вынужден искать новые решения, постоянно выходя за пределы знакомого круга явлений.

Техническое освоение природы начиналось с присвоения ее готовых предметов для удовлетворения необходимых естественных потребностей. Во время охоты, при собирании диких плодов и съедобных трав человек вначале пользовался попавшими под руку готовыми природными предметами, которые после разового применения выбрасывались. Однако даже то, что готовые предметы надо было всего лишь найти, открыть, — требовало от индивида «напряжения сил, труда (как при охоте, рыболовстве, пастушестве) и производства (т. е. развития) у субъекта известных способностей» [33, с. 482]. На стадии собирательства и охоты последнее проявлялось в том, что человек для достижения своих целей научился устраивать западни, применять разнообразные ловушки и т. п. Эффективность охоты существенно возросла, когда люди стали пользоваться орудиями, изготовленными заранее. Так, изобретение в верхнем палеолите метательных орудий (копье, лук и т. д.) явилось подлинной революцией в охоте.

Человек в борьбе за свое существование обобщал удачные способы изготовления тех или иных орудий, методы добычи огня, охоты и пр. Знания о свойствах окружающих его предметов и их взаимоотношениях складывались по мере непосредственного взаимодействия с ними, оперирования ими в соответствии со своими целями. Производственные навыки, умения передавались из поколения в поколение, создавая существенную предпосылку для развития технического освоения природы. На основе практического развивалось и духовное присвоение. Практика формировала в сознании человека логическую связь категорий, с помощью которой он духовно осваивал связи природной действительности.

Находки, относящиеся к верхнему палеолиту, свидетельствуют о довольно высоком уровне изготовления каменных орудий. Анализ орудий этих времен и технологических операций, использовавшихся в самых различных регионах нашей планеты, показывает их поразительное единообразие. Известный английский археолог Г. Чайлд отмечает, что «на всем огромном пространстве, где встречаются ручные рубила, — в Западной Европе, по всей Африке, в Передней Азии и на полуострове Индостан — в продолжение 100 или 200 тысяч лет их применения одни и те же четыре-пять видов этих рубил повторяются с удивительным постоянством» [34, с. 56]. Из этого факта исходит С. Лем, пытаясь выяснить причины, приведшие к неравномерному развитию техники на нашей планете: «Почему это огромное древо техноэволюции, корни которого уходят, наверное, в последний ледниковый период, а крона затерялась в грядущих тысячелетиях, древо, возникающее на ранних стадиях цивилизации, и в палеолите, и в неолите более или менее одинаковое на всем земном шаре, свой подлинный мощный расцвет переживает именно в пределах Европы?» [35, с. 12].

Данный исторический факт, на наш взгляд, можно объяснить исходя из следующих предположений. В эпоху палеолита, начальной стадии первобытно-общинного строя, только возникали первые формы общественного сознания и их влияние на утилитарную деятельность человека было еще весьма слабым. В дальнейшем это единообразие стало нарушаться. Человек по мере практического освоения природы преодолевал односторонне-утилитарное отношение к миру. Наряду с утилитарно-прагматическим формировалось и духовно-практическое отношение к природе. Соответственно, возникли определенные ценностные основания человеческой деятельности. Хотя внутренняя логика и законы развития техники в общем были по-прежнему одинаковыми для всех

регионов, реализовывались эти законы уже по-разному. Значительную роль здесь сыграли сложившиеся различия в ценностных ориентациях, обусловленные спецификой общественных образований.

Так, уже в эпоху неолита в разных регионах нашей планеты у людей начинает формироваться своеобразное мировоззрение, видение мира в рамках конкретных мифологических схем, которые в наивной форме давали определенные объяснения природным явлениям, месту человека в мире и т. д. В дальнейшем это обстоятельство все более сказывается на цели и характере технической деятельности. Различные технологические процессы получают своеобразное обоснование, предстают нередко в мистическом обрамлении.

Техническая деятельность порой превращалась в ритуал, где предметно-практические действия сочетались с мистическими. Таким был, например, ритуал постройки лодки, когда технологический процесс представал в виде чередующихся религиозных обрядов. Существенным было влияние мистического мировоззрения на определение цели технической деятельности. В зависимости от особенностей указанного мировоззрения происходило своеобразное «раздвоение» технической деятельности, ее целенаправленности. Основные силы общества сосредоточивались на строительстве всевозможных храмов и святилищ. И лишь незначительные средства выделялись для «земных» дел.

Следует заметить, что строительство сооружений культового назначения, являвшееся по своей сути одной из форм жертвоприношения, возникло еще во времена неолита. Масштабы подобного рода деятельности в рабовладельческом обществе достигли едва ли не максимума возможного, отнимая нередко почти все людские и экономические ресурсы (во всяком случае — львиную их долю). В связи с этим К. Маркс писал, что «на первых порах главная производственная деятельность,

например строительство храмов и т. д. в Египте, в Индии, в Мексике, шла по линии служения богам, и самый продукт принадлежал богам» [36, с. 95].

Среди подобных сооружений особенно величественно выглядят египетские пирамиды, поражающие своей монументальностью и совершенством. И роль мистического мировоззрения, господствовавшего в Древнем Египте, выражается здесь особенно наглядно. И нельзя не согласиться с академиком М. А. Коростовцевым в том, что «для египтян запросы их религии представлялись первостепенными, гораздо более важными, чем забота о жилище и хлебе насущном» [37, с. 266].

Однако, несмотря на то, что мистическая ориентация древних обществ вызывала главным образом пустую трату ресурсов, а порой даже их полное истощение, в ходе реализации иллюзорных целей происходило определенное развитие технических средств. Упорное следование поставленным целям (пусть даже имевшим мистическое обрамление или окраску, скажем, в случае поисков философского камня, эликсира долголетия и пр.) наталкивало на случайные открытия, следовательно, в какой-то степени способствовало развертыванию позитивной стороны технической и познавательной деятельности. Специалисты и сегодня поражаются точности расчета строений, возведенных в эпоху фараонов, особенно пирамид, которые своими четырьмя гранями обращены к четырем частям света. Великие пирамиды отклоняются от севера менее чем на градус. Алхимики создали ряд красителей, медицинских препаратов, включающих серу и ртуть, добились успехов в развитии техники химического эксперимента и т. д. Влияние мифологического мышления на развитие техники сказывалось вплоть до формирования научного мировоззрения.

В этом отношении интересно сопоставить своеобразие развития техники на Востоке и Западе. В странах древних цивилизаций — Вавилоне, Египте, Китае, Индии — были

развитая техника и технология различных производств. Ряд технических изобретений, сделанных в этих странах, — компас, бумага, порох, оригинальные гидротехнические устройства — стали впоследствии достоянием всего человечества. Тем не менее, техническое развитие там практически остановилось на месте, исчерпав возможности эмпирического освоения природы. Оно не смогло подняться до уровня, достигнутого Европой после эпохи Возрождения. Техническое знание, возникшее в странах Востока, так и осталось конгломератом несистематизированных правил и описаний. Известный пакистанский физик, лауреат Нобелевской премии А. Салам, анализировавший причину данного исторического феномена, отмечает, что на Востоке в силу ряда причин так и не удалось понять «фундаментальную взаимосвязь между наукой и техникой» [38, с. 53].

Своеобразие развития техники на Западе объясняется именно нарастающим влиянием на этот процесс научного стиля мышления и результатов теоретического познания. Возникновение науки принято связывать с появлением экспериментального естествознания (XVI — XVII вв.). Однако научный стиль мышления зародился еще в античности, в эпоху перехода от мифа к логосу. Он явно или опосредованно оказывал определенное влияние и на развитие техники.

Историко-научные исследования свидетельствуют о том, что в науку все же проникали отдельные научные идеи и методы, даже когда ее конкретные данные не использовались в технике непосредственно. Научные методы так или иначе использовались при разработке целого ряда технических устройств. Подтверждением тому служит творчество Архимеда, Леонардо да Винчи, Декарта и других выдающихся инженеров и естествоиспытателей, для которых характерны новое отношение к технике, сочетание в деятельности научного и инженерного подходов.

Союз науки и техники в силу экономических и социокультурных обстоятельств не сразу получил должного развития — связь между ними возникала спорадически. Так, античное общество не было особенно заинтересовано в развитии техники, поскольку (исходя из самой природы рабовладельческого способа производства) главным орудием труда выступал раб. Такое общество, в силу отсутствия значительных социально-экономических потребностей, а следовательно, и стимулов, не нуждалось в разностороннем техническом прогрессе и всемерном применении его достижений. К тому же в Древней Греции и Риме теоретическая и практическая деятельность искусственно разделялась. Здесь действовал принцип «познание ради познания», что было связано с противопоставлением умственного и физического труда. Поэтому нередко те или иные технические находки использовались лишь как занимательные игрушки, хотя много позже они сыграли немаловажную роль в развитии производительных сил. Даже водяная мельница, изобретенная в I в. до н. э., нашла практическое применение лишь в средние века. Показательны в этом отношении слова Аристотеля: «Если бы каждое орудие могло выполнять свойственную ему работу само, по данному ему приказанию или даже его предвосхищая, и уподоблялось бы статуям Дедала или треножникам Гефеста, о которых поэт говорит, что они “сами собой (aytomatoys) входили в собрание богов”; если бы ткацкие челноки сами ткали, а плектры сами играли на кифаре, тогда и зодчие не нуждались бы в работниках, а господам не нужны были бы рабы» [39, с. 34—35].

До XIX в. техника развивалась в основном без научной методологии, изобретатели продолжали искать вечный двигатель, алхимики верили в таинственное превращение металлов. Как образно пишет В. Зомбарт, мир техники, мир изобретателей даже в XVII — XVIII вв. «был все тот же старый, пестрый, буйный и жуткий мир, в котором люди жили до тех пор, пока наука не разбила его вдребезги» (цит. по: [40]).

Вместе с тем с эпохи Возрождения все сильнее проявляются новые нюансы в развитии техники, обусловленные потребностями практики и соответствующим усилением процесса освоения научных знаний. В центре общественной и духовной жизни в это время оказались представители искусства и техники.

Существенное значение в этот период имело осознание того, что возможности техники могут неизмеримо вырасти при использовании научных открытий. Об этом, видимо, впервые писал Леонардо да Винчи: «Увлекающийся практикой без науки — словно кормчий, входящий на корабль без руля или компаса… Всегда практика должна быть воздвигнута на хорошей теории» [41, с. 91—92]. Философское обоснование необходимости союза между наукой и техникой дал Фрэнсис Бэкон. Идею о том, что «в недрах природы таится много весьма полезного, что не имеет родства или соответствия с уже изобретенным и целиком расположено за пределами воображения», он соединил с мыслью о безграничных возможностях человека, способного превратить «знание в силу». Методология «естественной философии», разработанная Бэконом, как нельзя лучше отвечала потребностям зарождающегося капитализма, и основные ее установки были подхвачены передовыми естествоиспытателями еще при его жизни. Техника перестала развиваться спонтанно, исходя лишь из интуиции отдельных изобретателей. Техническое освоение природы в силу использования научной методологии приобрело совершенно иные черты.

Влияние науки на технику сначала шло по линии разработки методов повышения эффективности известных технических изобретений — водяного, ветряного и парового двигателей — совершенствования способов передачи энергии и т. д. По мере создания исследовательских лабораторий непосредственно на производстве усилился поток научных идей в технику. Техническое освоение природы к концу XIX в. было органически связано с успехами естествознания.

Использование научных идей и открытий в процессе технического освоения природы представляет собой выдающийся феномен. Если человек еще мог эмпирически, методом проб и ошибок оперировать механической, тепловой и в какой-то мере химической формами движения и изобретать на этой основе различные устройства, то без науки было бы принципиально невозможно освоить другие формы движения, использовать электричество, ядерную энергию и т. д.

В процессе научного познания происходит относительно самостоятельное интенсивное развитие идеального в теоретических системах, охватывающих глубинные структуры бытия. Познание идет в глубь материи, исследуя явления, объекты природы, практически недосягаемые для непосредственного чувственного восприятия человека. Это возможно на основе знаний, первоначально возникших на базе практических действий и непосредственно отображающих реальность.

Однако теоретические системы напрямую не выводятся из эмпирических знаний, данных опыта. Важнейшая специфика научного познания заключается в том, что в нем широко используются методы абстрагирования и идеализации, позволяющие отвлекаться от ряда несущественных в данном отношении свойств и связей; ограничивать количество информации, поступающей субъекту; вычленять конкретный предмет исследования, где рельефно выступают основные (с точки зрения данного этапа познания) структурные отношения объекта. Сконструированный таким образом объект исследования гомоморфно отражает реальный объект и представляет собой его эмпирическую модель, на основе которой формируется концептуальный аппарат науки, возникают реальные условия для перехода на теоретический уровень познания. Теоретическая модель — это не просто абстрактное отображение реальности, она наделяется свойствами, не имеющими аналога в действительности, однако позволяющими использовать

логико-математические средства для получения новой информации. С помощью абстрагирования и идеализации создается «идеальный объект», где нет многочисленных связей и отношений реального объекта, но есть нечто новое, отсутствующее в оригинале, тем не менее адекватно схватывающее основные моменты, характерные противоречия и свойства исследуемого среза действительности. Благодаря идеальным моделям практически любой объект природы приспосабливается к познавательным возможностям человека; преодолевается субъективная ограниченность восприятия; теоретически осваиваются явления и процессы самых различных пространственно-временных масштабов. И это, видимо, — единственно возможная форма проникновения человеческой мысли в глубь природных явлений.

От выбора идеализированного объекта зависят стратегия развертывания будущей теоретической системы и направление восхождения от абстрактного к конкретному. Идеализированный объект по своему назначению в теоретической системе играет роль фундаментальной идеи, на которую опирается вся теория. В выборе исходных оснований теоретической системы присутствуют субъективные моменты, связанные, прежде всего, с определением исходного предмета исследования, своеобразием конкретных требований, условий и т. д. По мере теоретического освоения объекта, воссоздания его целостности эти субъективные моменты элиминируются.

Таким образом, в ходе развития естествознания выявляются свойства, отношения предметов реальности, находящиеся вне непосредственного взаимодействия с субъектом. Установленные характеристики объектов первоначально имеют значение научного открытия. Впоследствии, однако, результаты этих открытий прямо или косвенно используются в технике и технологии. Как это ни странно, абстрактные, идеализированные объекты и логико-математические средства приводят

к результатам, которые так или иначе вносят определяющий вклад в техническое освоение природы. Достаточно напомнить, что теоретические исследования Фарадея, Максвелла, Герца привели к возникновению электро- и радиотехники; исследования в области строения атома обусловили создание атомной техники; микроэлектроника своим появлением обязана работам по физике твердого тела и т. д. В связи с этим лауреат Нобелевской премии академик Н. Н. Семенов замечает, что «в течение вот уже столетия наука непрерывно удивляет человечество тем, что ее абстрактные формулы и скрупулезные… опыты вдруг материализуются в виде технических переворотов; люди, даже специалисты, никак не могут к этому привыкнуть. Это происходит потому, что такие новые научные результаты не имеют привычных аналогий в нашей практике, они связаны с возникновением новых понятий, как бы противоречащих нашему привычному кругу идей» [42, с. 90].

Научное познание действительности, расширяя возможные пути технического развития, все более становится его необходимым условием и основанием. Техническое освоение природы в значительной степени определяется характерной для науки данного времени «парадигмой мышления», распространенными методами и подходами исследования. И здесь примечателен следующий факт: технические системы вплоть до наших дней рассматривались изолированно, как замкнутые системы (без учета последствий их влияния на внешнюю среду). Это позволяло существенно упростить их проектирование и сосредоточить внимание на главном — повышении технико-экономических показателей. Такое рассмотрение технической системы не требует разработки особых методов и средств учета последствий ее воздействия на природную среду. Практическое осознание древней философской концепции «все связано со всем» началось в данной области преимущественно из-за обнаружения отрицательных экологических последствий

технической деятельности. Ведущий в классической науке элементаристский подход обусловил формирование восприятия природной среды только как среды производства. Каждое производство вычленяло отдельные компоненты среды в качестве сырья, источника энергии и т. д. Преследуя только ближайшие цели и сиюминутный экономический эффект, общество обычно абстрагировалось от взаимодействия природных компонентов и возможных негативных воздействий технологии.

Влияние науки существенно отразилось и на организации технологии производства. До сих пор производство различных вещей основывается на выделении из исходного сырья необходимых элементов и синтезировании (соединении) их определенным способом. Неиспользованная часть сырья считается ненужной и выбрасывается в окружающую природную среду. В этом отношении различные производства можно рассматривать как реализацию техническими устройствами способов деления исходного сырья на «нужное» и «ненужное» и синтезирования «нужного» в соответствии с поставленными целями. Этот ведущий в современном производстве технологический способ имеет некоторое сходство со спецификой подхода к объекту в научном познании, которую так образно и в основном верно охарактеризовал И. Гёте.

…Живой предмет желая изучить,
Чтоб ясное о нем познанье получить,
Ученый прежде душу изгоняет,
Затем предмет на части расчленяет
И видит их, да жаль: духовная их связь
Тем временем исчезла, унеслась!

Овеществление научных знаний на практике несет неоднозначные последствия, поскольку многообразные связи и свойства предметов природы в принципе заключают в себе возможность бесконечного числа проявлений. И попытки человека достичь своей цели на основе знаний, отражающих

лишь определенный срез природной действительности, приводят как к предвиденным, так и к непредвиденным результатам. Любые вещь, явление и закон природы таят в себе две противоречивые возможности (или тенденции) использования их человеком: позитивную, конструктивную, и негативную, разрушительную.

Классическое научное познание основывалось на отвлечении от всеобщей связи явлений и процессов действительности. В результате стало возможным привести эти явления и процессы действительности в фокус дискретных по своему существу научных методов. Такой подход, способствуя познанию отдельных сторон, аспектов реальности, отражает действительность идеализированно; существующая взаимосвязь объектов игнорируется. Последующее мысленное соединение отдельных элементов объекта, расчлененного в процессе анализа, не могло восполнить образовавшийся в знании пробел. Метода, адекватно схватывающего объект в его целостности, органической связи его частей, в естествознании не было. Поскольку техническое освоение природы продолжает и сегодня основываться преимущественно на методологии классического естествознания, целый ряд экологических коллизий, на наш взгляд, есть обобщенное проявление реакции не учтенных в ходе научного познания связей и отношений на техническое освоение. Истинность научного знания в силу его опережающего развития по отношению к технике и технологии производства первоначально проверяется в экспериментальных установках. В целом же мера теоретического освоения природы формируется не столько в ходе экспериментов, сколько в деятельности по практическому использованию научных знаний. В результате научных экспериментов подтверждается истинность принятых за основу теоретической системы эмпирических и теоретических моделей, степень отображения ими реальных связей и отношений исследуемого среза действительности.

Однако научную теорию не случайно образно сравнивают с сетью, которую человек набрасывает на мир. Многие объекты в силу исходной установки научного познания на дискретное, изолированное рассмотрение природных явлений принципиально не могут попасть в эту «сеть» в ходе научных экспериментов, и то, что не «попадает» в нее, обычно не дает о себе знать вплоть до практического использования результатов научного исследования. И дело здесь не только в том, что техническое применение какой-либо научной теории в данный момент подтверждает ее истинность. Истинность научного знания в полной мере может проверяться не в изолированном фрагменте практики, а в ее историческом развитии в целом. Практика в гносеологическом отношении выполняет функцию, которая гораздо шире представления о ней лишь как о критерии истины опредмеченных знаний, она осуществляет и важную эвристическую роль. Соответственно, техническое освоение природы реализует не только функцию критерия истинности научного познания, но и эвристическую функцию, выявляя неизвестные качества объектов действительности. Овеществляя научные знания в технике и технологии производства, человек наталкивается на новые феномены, которые без актуального взаимодействия с ними остались бы неизвестными, непознанными. Практически взаимодействуя с объектом, человек раскрывает его новые стороны и постепенно делает «вещь в себе» «вещью для нас».

Наконец, следует отметить, что совокупность знаний из различных областей науки, отражая достигнутый уровень теоретического освоения действительности, образует научную картину мира, влияющую на формирование общей цели технического развития. Это влияние реализуется посредством видоизменения мировоззрения, эволюции представлений о закономерностях объективного мира, которые дают науки о природе. Иными словами, органическая включенность научной картины

мира в структуру мировоззрения и изменение этой картины по мере развития естествознания способствуют соответствующей корреляции целей технического развития.

Логика технического освоения природы. При попытках выявления логики развития технического освоения природы определяющее значение имеет рассмотрение детерминирующих факторов этого развития. Обычно выделяют внутренние закономерности развития техники (систему самой техники) и внешние, складывающиеся в результате взаимодействия техники с другими общественными явлениями. Обоснованность выделения этих закономерностей не вызывает сомнений. Техника как относительно самостоятельная система, несомненно, имеет свою внутреннюю логику развития. Вместе с тем нельзя абсолютизировать автономность ее внутренних закономерностей. Техника как социальный феномен находится в определенной связи и взаимодействии с различными общественными явлениями, и это обстоятельство в более широкой исторической перспективе отражается и в логике развития техники, ее структуре и т. д. Если не признать этого факта, те или иные отрицательные последствия, обусловленные самим характером функционирования технических систем (а не только необдуманным ее применением), будут непоправимы, поскольку они следуют из субстанциальных, неуправляемых сторон техники.

Эволюция техники обусловлена главным образом противоречиями, возникающими в ее взаимоотношении с человеком и природой (*человек — техника* и *техника — природа*). Следовательно, логику развития техники можно проследить в двух основных взаимокоррелирующих направлениях. Первое — объективация функций человека в разных областях деятельности, передача их выполнения различным техническим системам. И второе — очеловечивание природы. В целом это единый процесс, где опредмечивание многообразных функций человека требует использования тех или иных свойств материи, форм ее движения и т. д.

Развитие техники проявляется, прежде всего, в опредмечивании трудовых и технологических функций человека. Опредмечивание технологических функций человека постепенно привело к элиминации субъективного базиса технических устройств. Так, до механизации и автоматизации технологический процесс целиком строился на указанном базисе, т. е. был подчинен мере субъективных возможностей человека (сноровка и ловкость его рук, физическая сила, выносливость, глазомер и т. д.).

В этом плане не вызывает сомнений тот факт, что переход к автоматизированному производству является движением к высшей фазе объективации технологических функций человека. Далее развитие производственной техники, наряду с освоением новых технологических способов, видов энергии и т. д., должно неуклонно идти в сторону повышения эффективности и качества автоматизированных систем путем открытия и использования ранее неизвестных возможностей.

Вместе с тем нельзя характеризовать современный технический (и научно-технический) прогресс лишь в аспекте расширения возможностей объективации производственных функций человека. Отношение *человек — техника* гораздо богаче и многообразнее. Техника является средством объективации и в других сферах человеческой деятельности, науке, искусстве (кинематограф, телевидение…) и т. д. И дело не только и не столько в этом. При определении особенностей технического развития в тот или иной конкретно-исторический период следует исходить из единства, взаимодействия двух основных факторов, обусловливающих своеобразие данного процесса: особенностей потребностей общества в техническом развитии и достигнутого уровня теоретического и практического освоения природной действительности. Первый определяет социальную детерминацию техники, ее функциональную предназначенность, второй — естественно-природное, субстратное содержание техники.

Понятие субстрата техники целостно характеризует материальную основу, материальный носитель социального функционирования техники, ее социальные свойства, связи и отношения. Выделяют субстрат отдельной технической системы, всей совокупной техники, имеющейся в распоряжении общества в данный момент, и техники в принципиально неограниченной перспективе ее развития.

Различение субстратного и функционального содержания техники дает возможность более дифференцированно подойти к пониманию технического прогресса, его критериям и основным направлениям. Если по функциональному признаку прогресс техники выражается в степени замещения техническими системами человека в различных областях его деятельности, то в субстратном отношении он проявляется в смене естественно-природной основы технических систем, позволяющей осуществить данное замещение. Стало быть, прогресс техники в определенном плане можно проследить и по линии изменения ее субстрата в зависимости от возрастания ее организованности, уровня и разнообразия используемых в ней форм движения материи.

Таким образом, развитие техники идет также в направлении раскрытия и углубления отношений *техника — природа,* вовлечения в социальное бытие новых срезов природной действительности. Рассмотрение технического прогресса в субстратном плане позволяет конкретно-исторически подойти к вопросу о взаимоотношении техники и природы, не априорно и беспредметно судить о «виновности» техники в обострении экологической ситуации, а выявлять ограниченность тех или иных сторон ее реального естественно-природного содержания. Возможность расширения естественно-природных предпосылок технического прогресса приобретает особое значение в связи с необходимостью создания благоприятных экологических условий для социального прогресса. Эволюция

субстратного содержания техники в принципе имеет множество альтернатив, и это существенное обстоятельство должно быть учтено при осмыслении путей гармонизации развития техники и природы.

Перспективы технического прогресса. Сегодня остро стоит вопрос об общей стратегии технического прогресса. Действительно, в каком направлении должна развиваться техника, чтобы обеспечить необходимые условия для жизни и развития общества? По какому пути следует направлять технические науки? На основе знаний технических наук можно лишь в ограниченной перспективе прогнозировать развитие техники. Нельзя заранее определить, какие именно фундаментальные исследования в области естествознания приведут впоследствии к важным техническим приложениям. Поскольку технические науки тесно связаны с практикой и потребностями общества, будущее техники зависит от социальных факторов.

Следуя логике исторического процесса, можно предположить, что преобразование природы и развитие материального производства являются необходимыми атрибутами существования и прогресса общества, неизменно обязанного контролировать и управлять обменом веществ и энергии между собой и природной средой. Более того, развитие науки и техники в принципе позволяет найти заменители истощающихся видов природных ресурсов.

Исходя из этого можно определить новые задачи технической деятельности, которые раньше (по крайней мере, в такой концентрированной форме) перед нами не ставились. Это создание технических объектов и технологий, ориентированных на нейтрализацию отрицательных последствий функционирующих ныне технических систем, а также на восстановление, воспроизводство истощающихся видов природных ресурсов, других жизненно важных компонентов природной среды, и разработка новых технологических принципов, обеспечивающих

производство необходимых обществу материальных благ при минимальных побочных воздействиях на окружающую природную среду.

В пространственно ограниченных пределах нашей планеты техническое освоение природы в своем развитии достигло того предела, за которым должно следовать его новое качественное состояние. Сегодня одна из важнейших целей технического прогресса — всемерное повышение качества и эффективности технологии, способствующей сведению негативных воздействий на биосферу к минимуму.

Интенсивный путь развития техники может основываться на применении различных видов материи. Для достижения одной и той же цели можно использовать совершенно разные виды сырья и создавать на их основе альтернативную технологию. (Здесь мы отвлечемся от вопросов увеличения капиталоемкости альтернативных технологий, их возможной экономической несостоятельности в той или иной конкретной обстановке.)

Интенсивный путь технического освоения природы ставит перед наукой широкий спектр задач. Среди них необходимо выделить, прежде всего, создание теоретических основ циклической и менее энерго- и материалоемких технологий; широкое использование ранее не вовлекаемых в техническую деятельность естественных ресурсов; оптимизацию действующих технических систем по комплексным критериям, учитывающим их воздействие на биосферу, и т. д. Следует особо выделить наметившиеся тенденции информатизации и биологизации технологий. Развитие естествознания и технических наук может создать принципиально новые возможности для получения необходимых обществу веществ, энергии и информации; уменьшить или вовсе устранить многие, казалось бы, неизбежные для технического прогресса загрязнения.

Однако техническое освоение природы неизбежно будет сопровождаться определенным повышением «энтропии» окружающей среды. Интенсификация технического развития способна лишь замедлить этот процесс, но не воспрепятствовать ему. Поэтому в природной среде рано или поздно может наступить неблагоприятное для жизни человека состояние. Отсюда воздействие на окружающую природную среду должно быть целенаправленным, соответствующим конкретным потребностям.

В течение всей истории человечества происходило стихийное взаимодействие общества с природой. В современных условиях следует решить сложную задачу — сознательное регулирование обмена веществ и энергии между ними. Человек должен не только учитывать особенности природной среды нашей планеты, но и восстанавливать ее, приспосабливать к масштабам своей деятельности, темпам технического прогресса. Наряду с интенсивным развитием техники необходимо создание совершенно новых ее областей, предназначенных компенсировать неизбежные антропогенные воздействия на природную среду. Уже сегодня для перераспределения ресурсов во времени и пространстве, повышения количества полезной продукции и улучшения условий среды в локальных масштабах используется так называемая техника средообразования. На основе развития такой техники в перспективе неизбежно должна возникнуть разветвленная сеть «экологического производства», в котором природная среда, взятая в ее целостности, будет служить предметом, а необходимые человеку природные ресурсы, состояния и условия — продуктами труда.

Таким образом, интенсивное техническое освоение природы в пространственно ограниченных пределах нашей планеты диктует необходимость развертывания экологического производства в дополнение к основному материальному.

Человечеству предстоит сформировать новую сферу общественного производства, основная цель которого — производство природных ресурсов, поддержание необходимой для жизни человека качественно определенной меры физико-химических и биологических параметров окружающей среды. При этом следует учитывать, что экологическое производство достигнет своей цели лишь в том случае, если будут известны его отдаленные последствия.

Вместе с тем развитие технического освоения природы не может бесконечно идти по интенсивному пути и неизбежно должно дополняться экстенсивным развитием. Сегодня акцент в техническом освоении природы должен быть сделан, безусловно, на интенсивном типе развития. Однако нельзя вовсе исключать возможности освоения обществом новых пространств, условий, ресурсов за пределами Земли. Освоение космоса может неизмеримо расширить реальную область деятельности общества и снять многие «граничные условия», усугубляющие экологическую проблему. Главная задача космонавтики сегодня — освоение ближнего космоса для научных и производственных целей. Практический интерес уже представляют использование космического пространства для создания сети солнечных электростанций (в космосе процесс преобразования солнечной энергии в электрическую гораздо эффективнее) и передачи их энергии на Землю, вынос в космос энергоемких и опасных для биосферы производств.

Исключительное значение имеет развертывание систематических исследований по определению возможных воздействий практического освоения ближнего космоса на состояние биосферы.

Так, анализ теоретической модели возможного воздействия на ионосферу пучка микроволнового излучения, с помощью которого предполагается передавать на Землю энергию

с будущих космических геостационарных спутников-станций солнечной энергии, показывает, что при его взаимодействии с неоднородной структурой верхней ионосферы могут значительно (в 8000 раз) усилиться ионосферные неоднородности. Это может не только привести к отклонению передаваемого излучения, но и отрицательно сказаться на физических параметрах биосферы. Кроме того, в результате полетов больших космических аппаратов челночного типа на высоте 250—450 км (где плотность ионосферной плазмы достигает своего максимума) происходят изменения в ионосфере, вплоть до образования в ней так называемых ионосферных дыр, что оказывает сильное возмущающее воздействие на естественный ход физико-химических процессов в атмосфере и другие компоненты биосферы.

Однако данное обстоятельство не может ослабить наметившуюся объективную тенденцию к практическому освоению космоса. Оно лишь подчеркивает наивность предположений об относительно простом, непротиворечивом характере освоения безграничных просторов космического пространства и ставит новые задачи перед космонавтикой, нацеливая на поиск еще не известных возможностей в развитии космической техники.

Техника — это неотъемлемое звено во взаимодействии общества и природы. Сущность технического освоения природы заключается в том, что человек, благодаря своей изобретательности, комбинирует силы природы и тем самым реализует свою цель. Могущество современного человека определяется его технической вооруженностью. Современная техника базируется на достижениях науки. В ограниченных пределах Земли технический прогресс должен учитывать возможности биосферы, чтобы не нарушились ее важнейшие функции.

2. Система *общество — природа* как объект социальной экологии

На поверхности нашей планеты происходит взаимодействие геосферы (геосистем), биосферы (экосистем) и общества (социальных систем). Геосфера (греч. γη — земля и σφαιρα — шар) представляет собой концентрические оболочки, из которых состоит наша планета. В направлении от периферии к центру Земли выделяются: магнитосфера, атмосфера, гидросфера, литосфера, мантия и ядро. Геосистемы связаны между собой потоками вещества и энергии, гравитационными взаимодействиями (приводящими, например, к перемещению горных пород), влагооборотом, биогенной миграцией химических элементов и другими процессами.

Таким образом, если биосфера пронизывает в основном поверхность Земли, то геосфера концентрическими слоями охватывает всю планету.

Общество — это исторически развивающаяся форма жизнедеятельности людей, в результате которой создается обособляющаяся от природы особая реальность (техника, производство и т. д.). В широком смысле понятие общества охватывает ныне живущих людей, все прошлые и будущие поколения, т. е. человечество в его истории и перспективе. На любой ступени своего развития оно предстает как сплетение множества связей и отношений между людьми, другими словами, как совокупность социальных систем. Общество характеризуется определенной территориальной организацией (деревня, город, регион, страна). Объединяемым людям свойственны общность культуры, включенность в социальные, экономические и политические связи.

На каждом этапе развития общество для своего существования прилагало значительные усилия. В обществе наряду с индивидуальными нуждами должны удовлетворяться и особые социальные потребности людей. Так, для поддержания

жизнедеятельности общества, его целостности как минимум необходимы следующие составляющие: коммуникация между членами общества (развитие языка и средств передачи информации); производство товаров и обеспечение различных бытовых услуг; распределение товаров и услуг; защита членов общества от стихийных бедствий и других опасностей; обеспечение воспроизводства населения (поддержание определенного уровня народонаселения); соответствующая социализация новых поколений (усвоение определенной культуры в процессе воспитания и образования).

Определяющим в системе социальных потребностей является производство необходимых человеку материальных благ. Любое материальное производство возможно только на основе вещественного, энергетического и информационного обмена с природной средой, т. е. взаимодействия с гео- и экосистемами. В процессе взаимодействия гео-, эко- и социосистем сформировались социоприродные системы, или *социоэкосистемы.*

Специфика социоэкосистем определяется характером взаимодействия ее составляющих, которые не являются абсолютно независимыми и равнозначными. Так, социосистемы не могут существовать без эко- и геосистем, а экосистемы, в свою очередь, — без геосистем. Если придерживаться принципов экологического подхода, то общество в данном случае предстает как центральная система, а гео- и биосфера — как внешняя (природная) среда.

Общество взаимодействует непосредственно с биосферой, и всякие изменения в ней определенным образом отражаются на обществе, порождая различные социальные коллизии. Однако в целом воздействие общества выходит за пределы биосферы. Если биосфера в силу приспособительной сущности живых организмов ограничена поверхностным слоем Земли, то общество, оставаясь связанным с биосферой, имеет большие возможности для расширения. Так, в связи с освоением

космоса область взаимодействия общества с природой вышла за пределы биосферы и уже сейчас охватывает околоземное космическое пространство. Но дело не только в этом. Последствия технической деятельности общества отражаются и на процессах, происходящих в геосфере, например, магнитосфере, недрах Земли и т. д. Изменения в геосфере, в свою очередь, сказываются на состоянии биосферы и общества.

Объектом изучения социальной экологии являются социоэкосистемы различного масштаба: локальные (местные), региональные (в границах определенной территории, устанавливаемой на основе экологических, географических и социально-экономических критериев) и глобальная (планетарная), включающая географическую оболочку Земли, биосферу и все человечество.

Изменения природной среды, связанные с деятельностью человека, стали сказываться на самых различных сторонах общественной жизни. Произошло переплетение социальных и природных (гео- и экологических) систем на нашей планете, сформировались системы особого класса — социоэкосистемы. История взаимодействия общества и природы предстает как становление локальных, региональных и глобальной социоэкосистем.

Народонаселение. Экологическая ситуация в мире во многом зависит от состояния народонаселения. Чем больше людей на Земле, тем больше они осваивают природу, развивают промышленность, сельское хозяйство и т. д., следовательно, тем сильнее давление на биосферу, природную среду в целом.

Народонаселение — это совокупность людей, живущих на нашей планете в целом или в пределах какой-либо ее части. Человеческий род существует благодаря непрерывному возобновлению населения. Воспроизводство населения зависит от многих факторов — медико-биологических, социально-экономических и ценностно-мировоззренческих.

Исторический подход к изучению численности народонаселения показывает, что она неуклонно растет. Так, если в античный период темп годового прироста населения приближался к 0,1 %, то во второй половине XX в. — к 2 %. Начиная с 1750 г. общая численность населения Земли возросла в 7 раз, с 1900 г. — в 3 раза, а с 1950 г. — в 2 раза. По прогнозам экспертов ООН, население планеты в начале XXI в. достигнет 6 млрд, в середине XXI в. — 9 млрд.

Бурное развитие народонаселения Земли обусловлено демографической революцией, которая представляет собой переход от традиционного типа воспроизводства населения, основанного на равновесии высокой смертности и высокой рождаемости, к более прогрессивному типу, характеризующемуся равновесием низкой смертности и низкой рождаемости. Предпосылкой демографической революции служит снижение смертности, обусловленное общими социальными, экономическими и культурными изменениями, связанными с развитием науки, техники и особенно медицины.

Истоки демографической революции восходят к XVII — XIX вв., когда достижения здравоохранения впервые позволили осуществить контроль над неблагоприятными для здоровья человека явлениями, сделали возможной эффективную борьбу с различными эпидемиями. Все это привело к снижению преждевременной смертности, значительному росту средней продолжительности жизни. Если до начала демографической революции она не превышала 35 лет, то сегодня во многих странах приближается к 80 годам.

Снижение смертности, нарушившее исторически существовавшее равновесие смертности и рождаемости, предполагало и соответствующее снижение рождаемости. В этом суть демографической революции. Однако уже продолжительное время относительно низкая смертность сочетается с высокой рождаемостью, что привело к демографическому взрыву.

Сегодня достижения медицины позволяют относительно простыми средствами регулировать деторождение, что противоречит ценностно-мировоззренческим установкам, связанным с архаическими традициями и религиозными канонами в некоторых культурах, запрещающими всякие преграды деторождению. Особую тревогу в этом отношении вызывает ситуация в развивающихся странах Азии, Африки и Латинской Америки.

Английский экономист Томас Мальтус (1766—1834) впервые обратил внимание на то, что по мере роста народонаселения будет усиливаться относительный дефицит сельскохозяйственных земель, произойдет увеличение цен на продовольствие и это в итоге приведет к прекращению роста населения. Невиданный за всю историю человечества рост численности населения, отмечавшийся после Второй мировой войны, вновь вызвал интерес специалистов к возможностям обеспечения людей ресурсами Земли.

В настоящее время обоснована необходимость снижения роста численности населения. Это связано, прежде всего, с ограниченностью важнейших ресурсов нашей планеты. Рост численности населения ведет к избыточному расходованию природных ресурсов и, независимо от того, рационально они используются или нет, — к сокращению их объема на каждого потребителя.

Существуют два противоположных подхода к проблеме снижения темпов роста населения. Первый нашел свое выражение в положении: «Лучший контрацептив — развитие». Его сторонники считают, что повышение жизненного уровня в сочетании с более широким доступом к образованию должны неизбежно привести ко все большему признанию и использованию средств контроля над рождаемостью.

Второй же исходит из того, что снижение темпов роста народонаселения путем сокращения рождаемости является

необходимой предпосылкой, а не следствием развития. Соответственно, защитники этой концепции предлагают проведение массовых кампаний по сокращению роста населения.

Прогнозы ООН, согласно которым население мира стабилизируется к середине XXII в. на уровне 11,6 млрд человек, основаны на ожидаемом общем сокращении рождаемости в развивающихся странах с 3,8 до 3,3 ребенка на каждую женщину в начале XXI столетия.

Однако до сих пор почти все усилия по сдерживанию демографического взрыва (кампании по распространению противозачаточных средств, просветительские и образовательные программы по планированию семьи) не дали существенного результата. Это заставляет задуматься об альтернативных путях выхода из этой ситуации.

Теоретически таких путей три. Первый — установление в обязательном порядке предельного числа детей для каждой семьи. Второй — такое развитие мировой экономики, которое позволило бы изменить во всех странах отношение семей к количеству детей. Третий — достижение более справедливых отношений между развитыми и развивающимися странами, предоставление всех возможностей беднейшим странам для искоренения нищеты и повышения общей культуры.

Если удастся предотвратить демографический взрыв на планете, то демографическая революция, несомненно, будет содействовать дальнейшим качественным изменениям в народонаселении — продлению активного трудового периода в жизни человека и замедлению старения людей, переносу наступления старости на более поздние возрасты и т. д.

Итак, в период, предшествовавший развитию медицины, отмечались высокие показатели рождаемости и смертности и, как следствие, — низкий прирост численности населения. По мере совершенствования здравоохранения это равновесие нарушилось: уровень смертности упал, тогда как рождаемость

оставалась без изменения. Страны, где процесс развивался таким образом, пережили этап демографического взрыва — быстрого увеличения численности населения. Это положение было «сглажено» в развитых странах падением уровня рождаемости, в результате чего создалось новое равновесие (низкая смертность и низкая рождаемость). Однако в силу ряда причин (социальных, экономических, культурных) демографический взрыв в развивающихся странах все еще остается на повестке дня. Существует опасность, что уровень рождаемости в этих странах не уменьшится, пока не произойдут радикальные социально-культурные и экономические перемены. Население мира, вероятно, удвоится, прежде чем стабилизируется на определенном уровне.

Антропогенные изменения природной среды. Интенсивное развитие общества, наметившееся с Нового времени, привело к существенным изменениям природной среды. В последней четверти XX столетия стали проявляться глобальные тенденции истощения горючих и минеральных ресурсов, загрязнения и деградации биосферы. За последние 25—30 лет в мире использовано примерно столько же сырья, сколько за всю предшествующую историю человечества. Катастрофическими могут быть нарушения физико-химических и биологических параметров биосферы из-за повсеместного ее загрязнения. Для научной общественности стала очевидной угроза будущему человечества.

Каким же образом можно выйти из сложившегося положения?

Развитие является необходимым условием существования общества, поэтому отрицательные последствия социального развития для природной среды следует преодолевать не отказом от развития вообще, а путем изменения приоритетов в развитии экономики, совершенствования и внедрения качественно новых технологий. Для этого надлежит сформировать новую культуру, новую ценностную ориентацию общества.

Иного выбора нет — либо человечество найдет новые пути развития, либо последние десятилетия его существования как развитой цивилизации, возможно, и как биологического вида уже сочтены. Деятельность человека нарушает сложившуюся в течение миллионов лет меру биосферных процессов. И это не преувеличение. Например, все чаще наблюдаются симптомы невыполнения условий так называемого принципа Ле Шателье — Брауна.

В 1884 г. голландский ученый Вант-Гофф высказал идею, что химическое равновесие смещается в зависимости от температуры. Скажем, если реакция сопровождается выделением тепла, то при повышении температуры химический процесс пойдет так, чтобы тепло поглощалось.

В том же году Ле Шателье сформулировал идею в более общем виде: любое внешнее воздействие, выводящее систему из равновесия (изменение концентрации, давления или температуры смеси), вызывает в системе процессы, стремящиеся ослабить это воздействие. После того как немецкий физик Браун нашел теоретическое обоснование этого положения, оно получило название принципа Ле Шателье — Брауна.

Согласно этому принципу, чем сильнее воздействие на природную систему, тем мощнее противодействие. Иными словами, противодействие пропорционально наблюдаемому воздействию. Так было тысячи лет. Природа самовосстанавливалась. Сегодня ответ природы, особенно живой, слаб и не равен давлению на нее со стороны человека.

В чем тут дело? Принцип Ле Шателье — Брауна остается незыблемым. Но центр противодействия перемещается на более высокие уровни организации природы. Так, если раньше наблюдалось местное опустынивание, то теперь оно становится глобальным. Реагируют уже не отдельные системы природы, а комплексные ее образования: климат как целое, геофизика Земли, вся ее биота и т. д.

Согласно теории биотической регуляции окружающей среды, разработанной В. В. Горшковым, нужно сохранить и восстановить естественные экосистемы в объеме, необходимом для поддержания устойчивости биосферы. Эта теория исходит из того, что важнейшим компенсационным процессом, поддерживающим стабильность биосферы, служит захоронение органического углерода в осадочных породах, которое определяется биологическими системами (биотой). Это позволяет сделать вывод о том, что именно биота (жизнь) контролирует химический состав природной среды Земли.

Современные негативные изменения в биосфере являются следствием нарушения этого компенсационного механизма биоты, обусловленного превышением человеческой деятельностью допустимого порога возмущения биоты. Сегодня определены количественные характеристики этого порога и его величина, позволяющая сделать вывод: биота сохранит способность контролировать условия окружающей среды, если человек в своей деятельности будет использовать не более 1 % ее чистой первичной продукции. Остальная часть продукции биоты должна распределяться между видами, выполняющими функции стабилизации окружающей среды.

Однако такой величины потребления общество достигло в начале XX в., поэтому теория биотической регуляции также подтверждает необходимость кардинального изменения направления и содержания социального развития. С учетом прогнозов возможного развития человечества необходимо обосновать такую двуединую стратегию социального и экологического развития, которая гарантировала бы выживание и устойчивое развитие общества.

Исторические периоды взаимодействия общества и природы. История человечества в определенном смысле — это история взаимодействия людей с природой. Различные эпохи отличаются друг от друга отношением к природе, особенностями ее освоения.

В истории взаимодействия общества с природой можно выделить ряд особых периодов. Первый, *биогенный,* или адаптационный, охватывает так называемую эпоху палеолита, когда существовал примитивный первобытно-общинный уклад жизни, а основу жизнедеятельности человека составляли собирательство и охота.

Точную дату начала этого периода однозначно назвать трудно — по существу, он совпадает с появлением человека как особого вида. По мере развития археологических исследований эта граница отодвигается все дальше и дальше в глубь веков. Можно сказать, что палеолит охватывал не менее 2 млн лет и был самым длительным во взаимоотношении человека и природы. И уже с тех пор стало сказываться воздействие человека на природную среду, биосферу, приведшее, как уже было отмечено, к полному уничтожению отдельных крупных травоядных животных (мамонта, гигантских оленей, шерстистых носорогов и др.).

Ко второму, *аграрному*, периоду относится время с начала неолита, т. е. освоения человеком культурного землепользования и развития скотоводства (VIII — VII вв. до н. э.), до становления широкого промышленного производства (начало XVII в. н. э.). В социально-экономическом отношении — это период рабовладельческого и феодального общества.

С аграрного периода, собственно, и началась техногенная эпоха, когда человек стал активно преобразовывать биосферу, целенаправленно использовать закономерности природы для достижения своих целей. И не случайно поэтому говорят о технологии земледелия и скотоводства.

Конец аграрного периода ознаменован развитием мореходства, открытием Нового Света и островов Тихого океана, проникновением европейцев в Индию и Китай, Африку и Центральную Азию, Восточную Сибирь. Все это коренным образом изменило

представление о природе Земли, о ее лесных, водных, земельных и минеральных богатствах, раскрыло новые возможности их использования.

Однако развитие мореходства способствовало расширению морского промысла (добыча китов и других морских животных), что вызвало заметное сокращение стада морских млекопитающих. Вместе с тем для строительства одного крупного парусного корабля требовалось до 400 вековых дубов. Так, «непобедимая армада» стоила Испании более полумиллиона отборных деревьев, вырубка которых на склонах гор активизировала эрозионные процессы и привела к неблагоприятным изменениям ландшафта.

Третий, *индустриальный*, период в истории взаимодействия общества и природы явился кульминацией техногенной эпохи. Он охватывает время с XVII в. до последней четверти XX в. По мере становления промышленного общества его воздействие на природную среду приобрело новые черты. Бурно развиваются горнодобывающие отрасли и металлургия. Многократно повышается выработка энергии за счет сжигания горючих ресурсов. Качественно изменяется химическое воздействие человека на биосферу вследствие синтеза новых веществ, рассеивания загрязнений на огромные территории и химизации сельского хозяйства.

Вначале экосистемы биосферы благодаря естественным процессам саморегуляции в основном справлялись с этими воздействиями. Однако по мере возрастания масштабов и темпов производственной деятельности возможности самовосстановления экосистем были исчерпаны. Стали наблюдаться заметные изменения в биологических, химических и физических показателях биосферы.

Во второй половине XX в. влияние производства на окружающую природу приобретает глобальный характер. Возникает ситуация, когда дальнейшее развитие производства становится невозможным из-за истощения природной среды.

В настоящее время наметился переход от индустриального к информационно-экологическому (постиндустриальному) периоду во взаимодействии общества и природы, который характеризуется осознанием ограниченности ресурсов планеты, возможностей биосферы компенсировать многочисленные нарушения в ее экосистемах. Переход к информационному обществу означает, что важнейшей сферой социальной деятельности становятся производство и использование услуг и знаний. Все средства информационной технологии (компьютеры, кабельную, спутниковую и другую связь, научные исследования) нацеливают на то, чтобы сделать информацию общедоступной и активно внедряемой в производство и жизнь. От исхода этого периода зависит будущее человечества.

3. Социально-экологические противоречия: экологическая проблема

Негативные последствия всегда сопутствовали природопреобразующей деятельности общества, однако сегодня они переросли локальные, региональные границы и приобрели глобальный характер, угрожая всему живому, включая и человека.

В процессе экологического взаимодействия открытой системы с внешней средой неизбежно возникают определенные противоречия. Сама возможность и развитие таких систем, их динамическое равновесное состояние связаны с порождением и преодолением некоторых противоречий в обмене веществ, энергии и информации со средой. В таких случаях сохранение динамического равновесия между системой и средой оказывается возможным лишь при существенной и своевременной качественной «реконструкции» системы. Так, если изменения факторов внешней среды растянуты во времени, то это, как правило, приводит к адаптации системы к новым условиям путем постепенного усложнения или упрощения ее структуры, приобретения или потери отдельных свойств и т. п. Изменения же

внешней среды, произошедшие скачкообразно, т. е. в небольшом диапазоне времени (в масштабе постепенных изменений они предстают как мгновенные), оборачиваются преимущественно разрушением системы. Только в особых случаях — при относительно небольшой амплитуде изменений и наличии у системы свойств к интенсивной *самоорганизации* — возможно ее приспособление к новым факторам среды.

Живая материя, организованная по законам сложных иерархических систем, обеспечивает свою устойчивость взаимозаменяемостью элементов, разнообразными сетями прямых и обратных связей. Внешние воздействия на отдельные элементы сложной системы, трансформируясь по многочисленным цепям нелинейных связей, угасают, не нарушив ее качественную специфику. Положение, однако, меняется, если воздействию подвергается система в целом и разрушаются ее основные системообразующие факторы. В таком случае можно говорить о наступлении экологического кризиса для всей системы. Трудно не согласиться с мнением академика С. С. Шварца, который считал, что экологический кризис заключается не в том, что в результате непродуманных действий человека гибнут биологические природные ресурсы, а в том, что подрывается способность природных комплексов к саморегуляции или система саморегуляции начинает «работать» против человека и человечества. Нельзя заранее однозначно утверждать, что изменение качества той или иной системы под «давлением» экологических факторов является регрессивным процессом. В таком случае возникновение и развитие жизни, эволюцию различных видов растений и животных, происхождение человека можно считать регрессивными явлениями в развитии материи, поскольку при этом важную детерминирующую роль сыграли экологические факторы. Тем не менее, такой взгляд довольно распространен, а некоторые ученые даже считают возникновение жизни «болезнью стареющей материи», «раковой опухолью» в структуре материи и т. п.

Однако данные современной космологии (работы Р. Дикке, Б. Картера, Дж. Уилера и др.) показывают, что для объяснения развития Вселенной в качестве единого целого необходимо с самого начала учесть органическую жизнь как общекосмический фактор, генетически связанный со всеми остальными типами эволюционных процессов, происходящих во Вселенной с момента Большого взрыва.[6] Так, согласно антропному принципу, сформулированному Б. Картером, физическая природа Вселенной изначально должна была предполагать зарождение жизни на определенной стадии своего развития. Если рассматривать главные перипетии развития жизни на нашей планете, то можно прийти к выводу, что появление растительного мира способствовало преобразованию и смягчению жестких физико-химических параметров поверхностного слоя Земли, возникновению кислорода и озонового слоя в атмосфере, уменьшению и стабилизации температуры и уровня радиации в определенном интервале. Именно это создало необходимые условия для дальнейшего развития материи — возникновения видов животных и в конечном итоге человека. В ускорении эволюции растений, животных и человека немаловажной была роль экологических факторов. Вследствие резких изменений природных условий Земли не только исчезали многие особенности ее флоры и фауны, но и возникали качественно новые направления в филогенезе организмов.

---

[6] Сравните у В. И. Вернадского: «Уже сейчас научно возможно... поставить вопрос о том, является ли жизнь только земным явлением или свойственным только планетам, или же она в какой-то степени и в какой-то форме отражает явления большого масштаба, явления космических просторов, столь же глубокие и вечные, какими для нас являются атомы, энергия и материя, геометрически выявившие пространство-время. Возможно даже допустить... что земная и даже планетная жизнь есть частный случай проявления жизни, как частным случаем проявления электрических явлений будут северные сияния или грозы земной атмосферы» (см.: [43, с. 113]).

Сущность экологической проблемы. Экологическая проблема, отражающая дисгармонию во взаимодействии общества и природной среды, возникшую под влиянием научно-технической революции, затрагивает чрезвычайно широкий круг вопросов. Это, прежде всего, противоречия многочисленных связей между обществом и природной средой, которые можно проследить на различных уровнях организации объективной реальности. В пространственно-временном отношении они охватывают биосферу, околоземное космическое пространство и отдельные процессы в пределах ближнего космоса. Последствия этих противоречий могут развертываться в масштабе физического, геологического, биологического и социального времени. Соответственно, в содержании экологической проблемы исходя из различных признаков можно выделить целый ряд аспектов.

Так, если рассматривать экологическую проблему как отражение противоречий в обмене веществ, энергии и информации между обществом и природной средой, то, на наш взгляд, основные аспекты ее связаны с увеличением сложности получения необходимых для существования и развития общества веществ, энергии и информации из природной среды, а также с загрязнением окружающей природной среды чуждыми ей веществами, дополнительной энергией, дезинформацией, способствующей нарушению системы информационной причинности в процессах и явлениях природы.

Специального рассмотрения требуют и пространственно-временные особенности проявления экологической проблемы и условия ее решения, поскольку энергетический и информационный обмен между обществом и природной средой органически связан с пространством и временем. Вне определенных пространственно-временных характеристик немыслима любая познавательная и преобразовательная деятельность, и нередко

они служат определяющим фактором при выборе приемлемых путей теоретического и практического освоения действительности. Особо следует подчеркнуть, что противоречия, возникающие при взаимодействии общества и природной среды, рельефно отражаются в социально-экономических и политических процессах современности. Это обстоятельство, а также глубокая взаимосвязь содержания и ориентации человеческой природопреобразующей, материально-производственной деятельности с определенными общественными отношениями обусловливают социально-экономический и политический контексты экологической проблемы.

Итак, в процессе экологического взаимодействия любой открытой системы с внешней для нее средой неизбежно возникновение тех или иных противоречий. Они имманентны всякому движению, всякому взаимодействию. В процессе экологического взаимодействия общества и природы также всегда будут порождаться те или иные противоречия, требующие нового подхода и осмысления, что свидетельствует о фундаментальности и многогранности экологической проблемы, невозможности однозначного и единовременного решения всех ее аспектов.

В социоэкосистеме непрерывно происходит вещественный, энергетический и информационный обмен между ее социальными и природными компонентами. Если этот обмен не нарушает установившийся природный круговорот веществ и естественные энергетические потоки, то социоэкосистема находится в состоянии так называемого динамического равновесия (нормальное, устойчивое состояние социоэкосистемы). Если же в результате одностороннего развития социальных компонентов или природных катаклизмов данное равновесие нарушается, то социоэкосистема выходит из состояния динамического равновесия и теряет свою устойчивость. Это выражается в деградации экосистем и социальном кризисе.

Можно сказать, что экологическая проблема — это отражение противоречий, возникающих в системе связей общества с природной средой, на человеке и условиях его жизнедеятельности (социальных, экономических, политических и др.).

Основные составляющие экологической проблемы:

- усложнение получения необходимых для существования и развития общества веществ, энергии и информации из природной среды;
- загрязнение окружающей среды чуждыми ей веществами, дополнительной энергией и информацией, нарушающей систему информационной причинности в природе;
- обеднение биологического разнообразия;
- ухудшение качества жизни людей, их здоровья.

Обострение современной экологической ситуации в определенной степени связано с ограниченностью пространства Земли. Если в древние времена люди при истощении плодородных почв, исчезновении лесов, наступлении засухи имели возможность переселиться в другие места и обживать новые территории, то сегодня таких «свободных» и благоприятных территорий на Земле почти не осталось. По пространственной характеристике различают локальные, региональные и глобальные проявления экологической проблемы. Единство этих уровней служит одной из главных ее особенностей. Оно определяется целостностью биосферы, наличием сложнейших взаимосвязей в геосфере.

Непосредственное воздействие на природные системы, их преобразование и загрязнение осуществляются на локальном уровне (в отдельных населенных пунктах, промышленных зонах и т. п.). Но техногенные воздействия на природные системы на этом уровне не затухают, а приобретают глобальные масштабы. Такие явления, как истощение озонового слоя

атмосферы и повышение радиационного фона Земли, приобрели глобальный характер и наблюдаются в каждой точке нашей планеты.

Определенные противоречия во взаимодействии общества с природной средой неизбежны. В процессе обмена между обществом и природой материя (вещество, энергия и информация) никуда не исчезает, а переходит из одной формы (состояния) в другую. Отсюда следует, что прогресс общества неизбежно осуществляется «за счет» природы, ибо, удовлетворяя свои потребности, люди в процессе производства вынуждены осваивать различные ресурсы природы, отчуждая их у нее. Посредством такого «заимствования» общество получает возможность для своего развития.

Если бы общество жило за счет бесконечной и разнообразной природной среды, то его развитие по пути прогресса могло бы быть бесконечным. Если же общество развивается на ограниченном по объему пространстве, каким является наша планета, то оно неизбежно на определенном этапе (в силу несотворимости и неуничтожимости материи) должно столкнуться с экологической проблемой.

Однако усиление или ослабление противоречий во взаимодействии общества и природы в значительной степени зависят от деятельности людей, ее характера, интенсивности и масштаба. Благодаря именно этому обстоятельству у человечества есть шанс гармонизировать процессы взаимодействия с природной средой.

Итак, экологическая проблема связана с *возрастанием противоречий в вещественных, энергетических и информационных связях общества с природной средой. Важнейшие проявления экологической проблемы — загрязнение окружающей среды, истощение горючих и минеральных ресурсов. Все это отражается на состоянии биосферы и ее компонентов, на здоровье людей, а также на социальных, политических и экономических процессах.*

Истощение ресурсов и энергетический кризис. При рассмотрении проблемы ресурсов необходимо иметь в виду, что исторически меняются и представления о природных ресурсах, и способы удовлетворения человеческих потребностей. Важно помнить и то, что характер использования природных ресурсов и энергии зависит от культуры общества.

В широком смысле под природными ресурсами можно понимать весь окружающий нас материальный мир. Практически же понятие «природные ресурсы» включает лишь те вещества и силы природы, которые могут быть реально использованы обществом.

Обычно природные ресурсы разделяют на практически неисчерпаемые и исчерпаемые; последние, в свою очередь, — на возобновимые (земельные — плодородие почвы; биологические — лес, естественные кормовые угодья, фауна суши и водной среды и отдельные компоненты атмосферы — кислород, азот и др.) и невозобновимые (разнообразные горючие ископаемые, залежи металлов). К практически неисчерпаемым относятся, например, солнечная радиация и обусловленная ею энергия речных стоков и ветра.

Размеры нашей планеты, а следовательно, и конечный объем ископаемых ресурсов делают неизбежной их исчерпаемость. Очевидно, что сроки полного истощения отдельных видов таких ресурсов зависят от их запасов и темпов использования. Истинные запасы многих невозобновимых ресурсов еще не установлены. Современной геологоразведочной технике доступны относительно небольшие глубины земной поверхности. Достаточно сказать, что до сих пор лишь в экспериментальном порядке пробурено несколько скважин до глубины 15 км. В отдельных регионах освоен лишь слой земной коры, не превышающий в среднем 2—3 км. Остаются неисследованными огромные участки дна Мирового океана, в несколько раз превосходящие поверхность суши нашей планеты. На сегодня только в некоторых местах начато освоение континентальных шельфов.

Однако по мере истощения невозобновимых ресурсов значительно возрастают технологическая сложность и энергоемкость их добычи, понижается экономическая эффективность. Так, в настоящее время уже производится разработка руды, содержащей менее 0,2% цветных металлов. Использование доступных и богатых полезными компонентами ископаемых ресурсов уходит в прошлое. Общество вынуждено использовать бедные руды, добывать их в отдаленных и труднодоступных местах. Зачастую складывается ситуация, когда дальнейшая разработка некоторых видов сырья представляет собой угрозу для окружающей среды и существования человека. Таким образом, проблема заключается не только и даже не столько в физическом истощении известных видов ресурсов, сколько в экономической и экологической целесообразности их добычи.

Не меньшие трудности возникли с некоторыми видами возобновимых ресурсов, надежные естественные механизмы регуляции которых прежде не вызывали опасений. Проблему представляют снижение плодородия почв, уменьшение продуктивности естественных экосистем, сокращение площади лесов и исчезновение отдельных видов растений и животных.

Тенденция к уменьшению запаса возобновимых ресурсов обусловлена возрастанием темпов и масштабов их использования. К настоящему времени леса уничтожены примерно на 60% от их первоначальной площади; за минувшие 50 лет вследствие эрозионного разрушения и смыва поверхностного почвенного горизонта (а с ним и гумуса, азота, фосфора, калия и др.) ресурс почв сократился в среднем не менее чем на 25%. Все больше земли отчуждается для строительства гидроэлектростанций, промышленных предприятий, различных коммуникаций, дорог и т. д.

По мере истощения запасов горючих ископаемых, усложнения их добычи усиливаются и трудности с обеспечением человечества необходимой энергией, более 60% которой

вырабатывается за счет сжигания нефти, угля и газа. Между тем потребности человечества растут из года в год. От степени энергетической обеспеченности зависят все стороны жизни общества, в связи с этим перед ним встает сложнейшая научно-техническая задача — в кратчайший срок обеспечить потребности общества в энергии путем использования других источников.

Это обстоятельство во многом определило бурное развитие атомной энергетики во второй половине XX столетия. Однако опыт эксплуатации атомных электростанций высветил два круга проблем, которые должны быть решены до принятия мер по дальнейшему наращиванию этого направления энергетики. Прежде всего, это безопасность работы атомных реакторов и гарантированное захоронение их отходов.

Таким образом, для удовлетворения будущих энергетических потребностей нельзя однозначно рассчитывать ни на нефть, ни на уголь, ни на ядерную энергию. Специалисты склоняются к мысли, что решение энергетической проблемы нужно искать в резком *повышении эффективности использования энергии* и ускоренном освоении ее возобновимых видов. Считается, что только посредством уменьшения энергоемкости современных технологий и различных сфер деятельности человека можно обеспечить 25 % ожидаемого потребления энергии в XXI в.

Современные способы применения возобновимых источников энергии многообразны — от малых турбин на незапруженных реках и котлов, нагреваемых сжиганием сельскохозяйственных отходов, до управляемых с помощью компьютеров систем, концентрирующих энергию Солнца и способных обеспечить температуру более 3000 °С. Особый интерес вызывает использование энергии ветра. По некоторым прогнозам, через два десятилетия ветроустановки в мире смогут производить до 12 млн МВт электроэнергии, что составит 10 % от мирового их производства и сократит годовой объем выбросов CO_2

к 2020 г. на 2 млрд т. Важным резервом пополнения энергоресурсов могут стать также геотермальные воды и биоэнергетические технологии.

Огромен потенциал Солнца. Не случайно многие исследователи и у нас, и за рубежом в солнечной энергетике видят выход из возможного энергетического кризиса. Однако научно-техническая основа использования энергии Солнца в больших масштабах еще не разработана. Между тем весьма вероятным способом развития солнечной энергетики в условиях Земли могло бы быть аккумулирование энергии Солнца посредством фотосинтеза в особых восприимчивых к свету видах деревьев и растений и последующее их применение. Подлинную энергетическую революцию может совершить решение проблемы искусственного фотосинтеза.

Загрязнение среды. Важнейшая сторона экологической проблемы — загрязнение биосферы, изменение физических, химических и биологических параметров поверхности нашей планеты. Загрязнение среды (привнесение в природную среду или возникновение в ней новых, чуждых ей химических соединений, биологических систем, а также физических воздействий) влияет на состояние экологических систем и здоровье человека.

Существуют различные классификации загрязнения среды: по свойствам загрязнителей (физические, химические, биологические и т. д.), по состоянию загрязняющего вещества (газ, жидкость, твердые отходы и т. д.), по стойкости загрязнения в естественной среде (разрушаемые и неразлагаемые) и по качеству или виду среды, где распространяется загрязнение (атмосфера, гидросфера, литосфера и т. д.). Разделение это относительное, поскольку в реальных условиях человек и экологические системы подвергаются воздействию не отдельных загрязнителей, а их комбинаций, включающих химические, физические и биологические составляющие. Этот фактор многократно усиливает «давление» на экологические

системы и человека. Некоторые звенья и уровни экосистем, а порой и отдельные экосистемы в целом не выдерживают подобного воздействия и разрушаются. Определенные сочетания загрязнителей обусловливают наследственные изменения у человека, а также у животных и растений. Следовательно, под реальной угрозой оказывается генетический фонд человечества, популяций животных и растений. И если учесть, что жизнь на Земле зависит от определенного интервала изменений радиации, магнитного и шумового фона, гравитации, температуры и химического состава среды, то очевидно, что результаты человеческой деятельности разрушают именно те параметры биосферы и иных геосфер, которые обеспечивают возможность жизни на нашей планете.

За последние 100 лет индустриального развития концентрация оксида углерода в атмосфере увеличилась на 12—13%, запыленность атмосферы возросла на 10—20%, освещенность Земли снизилась на 7—10%. В настоящее время возрастает и удельный вес загрязнений, изменяющих фундаментальные физические параметры биосферы. В ряде случаев химическое загрязнение среды приводит к физическим последствиям — изменению теплового режима поверхности Земли из-за повышения содержания углекислого газа в атмосфере, увеличению уровня радиации на поверхности нашей планеты вследствие рассеивания радиоактивных изотопов и истощения озонового слоя.

Однако катастрофические последствия может иметь непосредственное изменение физических параметров биосферы в результате технической деятельности человека. Первопричинами этих изменений являются ионизирующая радиация, тепловое излучение, действие электромагнитных полей, звуковых волн различной частоты и т. д. Испытания атомных и термоядерных бомб в открытой среде, интенсивное развитие ядерной энергетики, развертывание производства уранового топлива во многом обусловили возрастание радиоактивного фона биосферы.

Преобразование энергии в различных сферах технической деятельности приводит к тепловому загрязнению природной среды. Отработанная энергия рассеивается в виде тепла в пределах биосферы и в конечном счете излучается в космическое пространство.

Поступающие на Землю и поднимающиеся от нее потоки солнечной энергии определяют тепловой баланс земной поверхности и установившуюся на ней среднюю температуру. Между тем основные источники энергии — нефть, газ, уголь, атомная энергия — приносят дополнительное тепло на поверхность нашей планеты, тем самым нарушая ее тепловой баланс. Последний не изменяется только при использовании энергии солнечной радиации, падающей на Землю, или таких ее производных, как ветро- и гидроэнергия.

Избыточное тепло поступает в окружающую природную среду как в процессе потребления энергии, так и при ее получении. Например, специфика выработки энергии на тепловых и атомных электростанциях такова, что на каждую единицу получаемой электроэнергии в окружающую среду неизбежно должно быть отведено 2—3 единицы тепловой энергии. Однако дополнительная энергия, вносимая в природную часть теплового баланса земной поверхности, не должна превышать, по расчетам лауреата Нобелевской премии, академика Н. Н. Семенова, 5% солнечной энергии, поступающей на Землю. При переходе указанного «теплового барьера» температура поверхности Земли значительно повысится и приведет к тем же негативным последствиям, что и при нарастании концентрации углекислого газа в атмосфере.

В действительности же, если учесть особенности пространственного перераспределения источников тепла, специфику атмосферных процессов, океанских течений и другие факторы, влияющие на термический режим нашей планеты, для существенных изменений климата может оказаться достаточным и еще меньшее количество тепла, выделяемого в процессе человеческой деятельности.

К числу важнейших физических факторов антропогенного происхождения, оказывающих воздействие на биосферу, относятся и электромагнитные поля, создаваемые многочисленными электрическими машинами (двигателями, генераторами и т. п.), линиями электропередачи, радио- и телепередающими устройствами и т. д. Искусственные электромагнитные поля, образуя в совокупности дополнительный электромагнитный фон на нашей планете, значительно влияют на естественные процессы в магнито- и ионосфере Земли.

Экологическая проблема в системе глобальных проблем. Сегодня существуют различные определения глобальных проблем и показатели, на основе которых можно установить, относится ли та или иная проблема к числу глобальных. Считается, что глобальные проблемы затрагивают интересы всего человечества. Они влияют на судьбу и ныне живущих людей, и следующих поколений. Это проблемы будущего человечества, связанные с отношениями между основными социальными общностями (социально-экономическими системами и входящими в них государствами) современного человечества (проблемы мира и разоружения, социального развития и экономического роста); с отношениями в системах *человек — природа* (проблемы ресурсов, энергетики, продовольствия, окружающей среды) и *человек — общество* (проблемы научно-технического прогресса, образования и культуры, роста народонаселения, здравоохранения, развития и адаптации человека, его будущего) [44].

К экологическим нередко относят либо только проблемы, связанные с сохранением окружающей среды, либо энергетическую, сырьевую и продовольственную. Однако действительное содержание экологической проблемы можно выяснить только на основании определенных объективных критериев.

Важнейшая особенность экологической проблемы — ее глубокая взаимосвязь с экономическими, социальными и политическими процессами. В данном случае возникновение

конкретных экологических противоречий, их содержание зависят от характера деятельности человека, его интересов и потребностей, а также форм и средств их удовлетворения, что обусловливает связь экологических противоречий с уровнем развития теоретического и практического освоения природной действительности, материального производства и общественного потребления.

Таким образом, вопросы ресурсов, энергетики, продовольствия и окружающей среды следует рассматривать лишь как относительно самостоятельные аспекты экологической проблемы. Подобное представление основано на реальной взаимосвязи и взаимообусловленности сохранения среды, истощения ресурсов, производства энергии и продовольствия.

4. Экологическая безопасность

Обострение социально-экологических противоречий определяет необходимость обеспечения экологической безопасности. Под экологической безопасностью понимается состояние защищенности личности, общества, государства и окружающей их природной среды от реальных или потенциальных угроз антропогенного либо естественного происхождения, воздействующих на биосферу.

Вопрос экологической безопасности связан с основным правом человека — правом жить в благоприятной природной среде. И такая среда должна быть одинаково доступна всем членам общества, всем жителям Земли. В современных условиях экологическая безопасность рассматривается наравне с военно-политической безопасностью государств. Ее нарушение может привести не только к социальной напряженности, но и к всеобщей экологической катастрофе.

Для поддержания экологической безопасности существенное значение имеет прогнозирование состояния окружающей среды на основе наметившихся тенденций (табл. 2).

Таблица 2

Прогноз состояния окружающей среды

Показатели состояния окружающей среды	Тенденция 1972—1992 гг.	Сценарий 2030 г.
Сокращение площади естественных экосистем	Сокращение со скоростью 0,5—1,0 % в год на суше; к 1990 г. их сохранилось около 40 %	Сохранение тенденции приближения к полной ликвидации на суше
Потребление первичной биологической продукции	Рост потребления: 40 % — на суше, 25 % — глобальный	Рост потребления: 80—85 % — на суше, 50—60 % — глобальный
Изменение концентрации парниковых газов в атмосфере	Рост концентрации парниковых газов	Рост концентрации, ускорение роста концентрации CO_2 и CH_4 за счет разрушения биоты
Истощение озонового слоя	Истощение озонового слоя на 1—2 % в год, рост площади озоновых дыр	Сохранение тенденции
Сокращение площади лесов, особенно тропических	Сокращение со скоростью 117—180 тыс. кв. км в год	Сохранение тенденции
Опустынивание	Расширение площади пустынь на 60 тыс. кв. км в год, рост токсичных пустынь	Сохранение тенденции

Продолжение таблицы 2

Показатели состояния окружающей среды	**Тенденция 1972—1992 гг.**	**Сценарий 2030 г.**
Деградация земель	Рост эрозии (24 млрд т ежегодно), снижение плодородия, накопление загрязнителей	Сохранение тенденции
Повышение уровня Мирового океана	Подъем уровня океана на 1—2 мм в год	Сохранение тенденции, возможно ускорение подъема уровня до 7 мм в год
Исчезновение биологических видов	Быстрое исчезновение биологических видов	Усиление тенденции по мере разрушения биосферы
Качественное истощение вод суши	Рост объемов сточных вод	Сохранение и нарастание тенденции
Накопление загрязнителей в природной среде и живых организмах	Рост массы и числа загрязнителей, а также радиоактивности среды	Сохранение тенденции и возможное ее усиление
Ухудшение качества жизни, рост заболеваний, связанных с загрязнением природной среды	Высокие детская смертность и уровень заболеваемости, рост генетических заболеваний, понижение иммунного статуса	Сохранение тенденции и появление новых болезней, связанных с загрязнением природной среды

Сегодня особое внимание уделяется следующим тенденциям в изменении природной среды: разрушению почвы, опустыниванию, уменьшению запасов питьевой воды и ухудшению ее качеств, исчезновению многих видов флоры и фауны (в ближайшие 20 лет может исчезнуть $^{1}/_{5}$ всех видов растений и животных), изменению климата (к 2050 г., согласно прогнозам, на Земле может произойти повышение среднегодовых температур на 1,5—4,5 °С), загрязнению природной среды (физическому, химическому, биологическому), истощению традиционных горючих и минеральных ресурсов, возникновению новых болезней и др.

Проблемы экологической безопасности и перехода к устойчивому развитию рассматривают в настоящее время в тесной взаимосвязи. Традиционное развитие считается неустойчивым, поэтому его безопасность обеспечить нельзя. Безопасным можно считать общество, реализующее модель устойчивого развития, а опасным — идущее по пути неустойчивого развития. В этом смысле безопасность становится одним из важнейших критериев социального развития, которое должно быть одновременно и устойчивым, и безопасным.

Законы социальной экологии как нормативы человеческой деятельности. Закон — это необходимое, повторяющееся отношение между явлениями в природе и обществе. Социальная экология призвана формулировать качественно новые типы законов, отражающих взаимосвязь общества, техники и природы в рамках единой системы. До сих пор ни одна наука не пыталась выявить законы, которые отражали бы единство общества и природы. Впервые социальная экология претендует на установление таких социоприродных законов, призванных определить необходимые условия устойчивого развития социоэкосистем различного уровня. И эти условия должны регламентировать характер и ориентацию человеческой деятельности в пределах биосферы.

Законы социальной экологии отражают степень согласованности, синхронности вещественно-энергетических и информационных потоков, вызванных преобразующей деятельностью человека и природным круговоротом веществ, энергии и информации. Лишь опираясь на такие законы, общество сможет решать вопросы взаимосвязанного экологического и социально-экономического развития. Законы социальной экологии могут быть подразделены на *законы экорегресса,* ведущие к гибели биосферы и человечества, и *законы экоразвития,* способного предотвратить эту гибель. В ходе освоения природы возможно создание таких условий и организационных связей, когда доминировали бы законы созидания, а не разрушения. Экологически оптимальная стратегия в том и заключается. Выявление этой системы законов и составляет главную задачу социоэкологии.

До сих пор социально-экономическое развитие достигалось в основном за счет экологического, что и определяет специфику нашей цивилизации, ее основные противоречия. Разрешение этих противоречий следует искать не в затормаживании социально-экономического развития (что, в конечном счете, привело бы к снижению уровня жизни людей), а в гармоничном развитии общества (речь здесь должна идти о переходе к устойчивому типу развития). Это и предполагает глубокое знание закономерностей взаимодействия общества и природы.

Интересен подход к данному вопросу американского эколога Б. Коммонера. Обобщив положения биоэкологии и природопреобразующего опыта человечества, он сформулировал четыре закона в виде афоризмов.

1. *Все связано со всем* — отражает существование сложнейшей сети взаимодействий в биосфере; призван предостеречь человека от необдуманного воздействия на отдельные экосистемы, что может привести к непредвиденным глобальным последствиям.

2. *Все должно куда-то деваться* — вытекает из фундаментального закона сохранения материи, позволяет по-новому посмотреть на проблему отходов производства. Огромные количества веществ извлечены из земли, преобразованы в новые соединения и рассеяны в окружающей среде без учета того факта, что «все куда-то девается». В результате большие количества веществ нередко накапливаются в тех местах, где по природе их не должно быть.

3. *Природа знает лучше* — призывает к тщательному изучению естественных экосистем и возможных последствий их преобразования, поскольку организация природных экосистем — наилучшая в том смысле, что они были тщательно отобраны из огромного множества вариантов в ходе длительной эволюции.

4. *Ничто не дается даром* — объединяет предшествующие законы, т. к. глобальная экосистема — это единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно и которое не может служить объектом всеобщего улучшения. И все, что было извлечено из него человеком, должно быть возмещено.

Законы Б. Коммонера, конечно, не охватывают все стороны взаимодействия общества и природы. В них не нашли отражения, например, влияние социально-экономических и правовых механизмов на характер природопользования, а также возможная роль культуры в гармонизации отношений с природой. С учетом изложенного можно сформулировать следующие принципы социальной экологии:

- человечество, как и любая популяция, не может расти беспредельно;
- общество в своем развитии должно учитывать меру биосферных явлений;
- устойчивое развитие общества зависит от своевременности перехода к альтернативным ресурсам и технологиям;

– любая преобразующая деятельность должна основываться на экологическом прогнозе;
– освоение природы не должно уменьшать разнообразие биосферы и ухудшать качество жизни людей;
– устойчивое развитие цивилизации зависит от нравственных черт людей;
– каждый несет ответственность за свои действия перед будущим — необходимо мыслить глобально, действовать локально;
– единство природы обязывает страны и народы сотрудничать.

Социальная экология, раскрывая необходимые условия гармонизации общества и природы, призвана определить соответствующие нормативы человеческой деятельности.

5. Мировоззренческие истоки экологической проблемы

Современная экологическая проблема имеет глубокие исторические и мировоззренческие корни, восходящие к особенностям отношения человека к природе в древние времена. Начиная с поздней античности, в европейской культуре стала формироваться идея господства человека над природой, которая была усилена христианством и поддержана философской и научной мыслью в Новое время.

Экологическое взаимоотношение общества и природы в каждый исторический период в значительной степени зависит от совокупности господствующих в обществе экономических, социально-политических, идеологических и других отношений. На этот процесс так или иначе влияют и доминирующие в социуме ценностные ориентации и мировоззрение. Это обусловлено наличием взаимодействия общественного сознания и общественного бытия, включающего, в частности, активность первого по отношению ко второму.

Система ценностей каждой эпохи имеет сложную структуру, определяемую, кроме всего прочего, и взаимоотношением различных элементов общественного сознания. При анализе значения ценностных ориентаций в освоении действительности на первый план выступает характер господствующего в этом сознании отношения к природе, существенно зависящего от степени вовлеченности последней в сферу общественного бытия. Исторически социальная оценка природы в той или иной мере влияла на развертывание различных сторон человеческой деятельности. Этот факт рельефно отразился и в философии различных времен и культур, поскольку философия выступает как самосознание культуры той или иной исторической эпохи.

История человечества неразрывно связана с природой как с предпосылкой и условием развития. Но особенно сильна и однозначна была зависимость человека от природы в древности. В эпоху палеолита, когда борьба за обеспеченность пищей составляла всю деятельность человека и единственным способом добычи средств к существованию были собирательство и охота, жизнь людей практически растворялась в природе. В этих условиях человек одухотворял окружающую природную среду, наделял ее сверхъестественными свойствами. Для палеолитического миросозерцания были характерны целостное восприятие действительности, нерасчленение материального и духовного.

Анимистические представления в общем препятствовали выделению человека из природы, развертыванию преобразовательной деятельности. Первобытные обитатели гор и лесов, жители морских побережий и пустынь главным образом приспосабливались к окружающей среде. Тем не менее, как уже было отмечено, в конце верхнего палеолита первобытное общество столкнулось с экологическим противоречием, обусловленным исчезновением крупных травоядных животных преимущественно из-за неумеренной охоты на них.

С появлением земледелия и скотоводства значительно расширилось экологическое взаимодействие общества и природы, началась подлинная революция в жизни древних людей, ознаменованная переходом от палеолита к неолиту. Начался процесс активного преобразования окружающей природной среды, более разнообразного использования природных ресурсов, флоры и фауны отдельных регионов.

Первые проявления духовной жизни человека связаны с культом природы — тотемизмом. Это древнейшая форма религии, восходящая к раннеродовому уровню развития общества. Тотемизм характеризуется как совокупность верований и обрядов, связанных с мистическими представлениями о родстве людей с так называемыми тотемами — отдельными явлениями природы, некоторыми видами животных и растений. Принятых в качестве тотема животных и растения нельзя было употреблять в пищу.

В этот период начинают развиваться мифология и фетишизм. Утверждаются определенные этические каноны. И в зависимости от ценностно-мировоззренческой направленности общества — от того, что в нем считается добром, а что злом, справедливым и несправедливым, полезным и бесполезным, прекрасным и безобразным, — формируется соответствующая оценка человеческой деятельности. Возникают определенные различия в системе ценностей отдельных культурно-исторических регионов, характере их изменений, обусловленные спецификой экономической основы жизнедеятельности древних обществ.

В странах Древнего Востока система ценностей тысячелетиями оставалась практически неизменной, что было связано с консервативностью социально-экономической структуры восточных цивилизаций, производственные механизмы которых постоянно воспроизводились практически в одной и той же форме. Это обстоятельство закрепило зародившееся еще

в первобытную эпоху анимистическое отношение к природе, препятствуя дальнейшему развитию природопреобразующей деятельности человека.

В этих странах обожествление природы и преклонение перед ней долгое время оставались непреходящим этическим императивом. Это нацеливало на восприятие природы преимущественно как предмета восхищения и эстетического освоения, что сужало сферу человеческих потребностей и интересов, ограничивало узкими пределами человеческий разум, делая из него покорное орудие суеверия.

Преобладание в системе ценностей древних цивилизаций установок на приспособление к условиям окружающей природной среды вместо их преобразования уменьшало, но не исключало возможности проявления разнообразных экологических противоречий. Вследствие инерционности развития производительных сил при этом действительно имело место ограниченное развертывание и распространение природопреобразующей деятельности людей. Но никакой гармонии с природой без противоречий не было и не могло быть. Разрушительные процессы природопользования не только в той или иной мере сопровождали жизнь этих цивилизаций, но и нередко приводили к их полному исчезновению. Установлено, что среди причин, превративших многие, некогда процветавшие, цивилизации древности в руины, следует отметить разрушения естественного растительного покрова на больших территориях и обусловленные этим изменения климата, приводившие к частым засухам; развитие орошения и, как следствие, — засоление плодородных почв; вырубку лесов и спровоцированную ею эрозию земель и т. д.

Влияние экологических кризисов на характер последующей деятельности древних цивилизаций в принципе могло быть двояким. Общество, выяснив причину экологических противоречий, должно было либо находить средства для их

преодоления и, основываясь на опыте прошлого, дальше развивать преобразующую деятельность, либо еще более «погружаться» в природу, обрекая себя на пассивную форму существования, «растительную жизнь». Социально-экономические условия древневосточных цивилизаций и своеобразие их ценностных установок с преобладанием анимистических моментов обусловили второй путь развития. Однако ограничение природопреобразующей деятельности общества могло осуществляться только за счет ограничения его собственного развития, стагнации материального и многих аспектов духовного производства.

Такое отношение к природе нашло свое выражение и в философских учениях стран Древнего Востока. Так, китайский философ Лао-Цзы, живший в VI в. до н. э., писал: «Человек следует земле. Земля следует небу. Небо следует дао, а дао следует естественности» («Дао дэ цзин», гл. 25). Концепция «следования естественности», недопустимости вмешательства в развитие природных и социальных реалий в целом является инвариантной чертой большинства философских учений Китая — от конфуцианства до дзен.

В еще большей степени сказанное относится к философским учениям Индии, где человек уравновешивался со всеми живыми существами. Основу этих учений составляла глубокая мысль о едином жизненном круговороте, объединяющем все живое не только на Земле, но и во всей Вселенной.[7]

Согласно положениям индийской философии (древности и средневековья), человек — лишь звено в цепи вечного перехода жизни из одной формы в другую. В нем проявляется жизнь, которая неоднократно повторялась и в будущем предстанет тем или иным растением или животным. Поэтому в индийской

[7] См., например, у Рабиндраната Тагора: *«Прекрасен материи тайный состав / И участь земного тлена: / Распавшись на части и тайною став, / Смешаться со всею вселенной».*

философии о превосходстве человека над остальной природой и необходимости активной преобразовательной деятельности не могло быть и речи.

Под впечатлением сложившихся экологических трудностей сегодня довольно часто абсолютизируются лишь положительные моменты системы ценностей древних цивилизаций. Важное значение в связи с этим приобретает всесторонняя оценка с учетом широкой исторической перспективы многообразных социальных последствий относительно неподвижной формы существования, «погруженности» в природу древних обществ.

Социально-экономическая структура античного мира, в отличие от древневосточных обществ, была весьма динамичной. Сравнительно быстро развивались земледелие, ремесла, торговля, мореходство и т. д., чему способствовало и географическое положение Средиземноморья, где пересекались пути различных цивилизаций. В итоге ценностные ориентации в Древней Греции и Риме претерпевали значительные изменения.

Так, в ранний период формирования материальной и духовной культуры Древней Греции значительную роль играли воззрения (не без сильного влияния восточных учений) на органическое единство человека и природы, одушевленность природы. Философия того времени объясняла природные явления, строение мироздания по аналогии с человеком. Антропоморфизация природных явлений, преобладание анимистических взглядов в общественном сознании существенно влияли на характер деятельности людей. Не случайно в этот период истории античной культуры господствовала установка — жить сообразно природе. В дальнейшем она все более дополнялась другими установками, пока не перестала доминировать.

Природные явления в Древней Греции по мере усиления хозяйственной деятельности переставали восприниматься как нечто сугубо божественное. В общественном сознании шел процесс отделения богов от природы, которая все больше

ценилась как предмет утилитарного пользования. Происходил поиск норм человеческого поведения не в природных и даже не в божественных установлениях, а в мире самого человека. Все это так или иначе сопрягалось с довольно частыми и усиливавшимися социальными волнениями. Осознание нестабильности общественного бытия, ощущение неопределенности будущих судеб рабовладельческого общества, а также отсутствие в нем ясных социальных целей побуждали к философским размышлениям о смысле жизни. Индивидуальное сознание, противопоставляя себя «вечному Космосу», драматически переживало свою собственную бренность, что, как и некоторые другие перипетии античного периода, нашло отражение в трагедиях Еврипида, Софокла и иных древнегреческих драматургов. Именно тогда Протагор выдвигает тезис: «Человек есть мера всех вещей». По сути, здесь впервые было обращено внимание на то, что ценность природы определяется ее (природы) включенностью в человеческую деятельность.

Однако в недрах греческой философии зародилось и другое направление мысли, начало которому положило нарастающее осознание объективности окружающего мира, независимости существования его законов от деятельности людей. Соответственно, при сравнении человека и природы за исходное стали брать последнюю, а человека рассматривали лишь как одно из проявлений. Это обстоятельство усилило процесс преодоления анимизма в античной культуре. Впоследствии оно в преломленном виде отразилось в философии орфико-пифагорейцев и Платона, где восхищение мирозданием перешло к обожествлению космического порядка. Лейтмотивом платоновской философии становится принижение реального мира в противовес идеальному. Смысл и назначение человеческой деятельности при этом видится в необходимости ее подчинения идеям справедливости, добра, прекрасного, которые, согласно этой философии, объединяют природные и социальные

реалии. Платон пытался вывести нормы человеческого поведения из сопоставления индивидуального сознания и «мировой души», «божественного разума». Отсюда вытекал и антипротагоровский тезис: «Бог, а не человек — мера всех вещей».

На практическую сторону античной культуры приведенное положение не оказало существенного влияния. Ценностная установка, господствовавшая в поздней античности, особенно в период Римской империи, во многих отношениях была созвучна тезису Протагора. В этот период широкое распространение получили моральное учение эпикуреизма с его основным принципом наслаждения и более соответствующий данной философии прагматический подход к действительности. Лишь с появлением христианства возродился антипротагоровский тезис, правда, в новой, монотеистической интерпретации.

В эпоху Средневековья прагматическое отношение к природе, процветавшее в Римской империи, было нивелировано целым рядом обстоятельств, среди которых немаловажную роль сыграло господство церкви и христианской идеологии. Духовная жизнь в Европе в этот период в значительной мере определялась положениями Библии, утверждавшими идею необходимости жить на земле в самоотречении, чтобы попасть в рай. И действие этой установки не в последнюю очередь послужило причиной тому, что эпоха Возрождения получила в наследство от Средних веков в основном лишь многочисленные церкви и угасшие центры культуры.

Однако начавшееся после длительного перерыва оживление социально-экономической жизни в Европе, связанное с зарождением капиталистического производства, неизбежно должно было привести к смене господствовавших ценностных ориентаций. Стала формироваться система ценностей, отразившая и во многом определившая особенности материальной и духовной культуры эпохи Возрождения.

Здесь следует отметить значительное влияние арабо-мусульманской культуры на становление новой системы ценностей в Европе, в частности на эмансипацию человека от библейского «первородного греха». Эта культура возникла в VII — VIII вв. н. э. в странах Ближнего и Среднего Востока на «стыке» восточных и античной культур и расцветала вплоть до наступления Нового времени в Европе. В условиях господства ортодоксального христианства она сыграла важную роль в сохранении и дальнейшем развитии культуры античности. Если в Риме в Средние века сжигали шедевры древности, то в это время от Севильи до Самарканда переводили и изучали творения античных философов. На Ближнем и Среднем Востоке не было церковных соборов — хранителей и интерпретаторов Священного Писания — и единой системы инквизиции, призванной насильственно утверждать «истины» теологии. Толкование ислама и наблюдение за выполнением его предписаний возлагались на отдельных законоведов и богословов. Последние организационно не были объединены, и их учениям не придавались та «святость» и непогрешимость, коими наделялись учения теологов христианства. Все это (в совокупности с другими социальными причинами) способствовало распространению в мусульманском мире своеобразного допущения независимости истин философии и богословия, которое впоследствии получило четкое выражение и оформление в учении Ибн-Рушда и других мыслителей Средневековья о двойственной истине.

В арабо-мусульманской культуре в снятом виде сохранялось древневосточное преклонение перед природой. Вместе с тем ей было присуще относительно активное (по сравнению с древними цивилизациями) использование природных реалий. Эта культура отличалась определенным динамизмом и в какой-то степени прагматическим подходом к действительности. В целом, однако, в ней доминировала установка на бережное отношение к природе. Последняя рассматривалась в качестве

«собственного дома, в котором предстоит жить, а не как чужая страна, которую следует разорять». Такое отношение к природе бытовало в определенном смысле вопреки ортодоксальной исламской теологии, где человек — лишь путешественник на земле и предназначен другому миру. Особенности отношения к природной среде в арабо-мусульманской культуре были обусловлены своеобразием ее экономического базиса, главными составляющими которого служили скотоводство и земледелие и соответствующие им кочевой и оседлый образы жизни. Ограниченные возможности для развития производительных сил и материального производства были не последней причиной тщательной экономии используемых природных ресурсов в данной культуре.

Наиболее рельефно это проявлялось в устройстве мест обитания людей, причем независимо от того, маленькая ли это деревня или большой город. При планировке и в архитектуре городов учитывались естественные факторы — рельеф местности, роза ветров, расположение Солнца. Дома строились с таким расчетом, чтобы обеспечить незначительный расход материалов, облегчить их отопление и т. д. Для самых различных целей (вентиляция помещений, источник движения мельниц и устройств для орошения и т. п.) эффективно использовалась энергия ветра.

Однако и при таком «экономичном» подходе к природе и ее ресурсам невозможно было предотвратить экологические противоречия. Уничтожение лесов, истощение почв и т. п. происходили и при этой культуре. Но темпы и масштабы подобных изменений обычно были незначительными, и экологические противоречия, как правило, не провоцировали кризисы на обширных территориях. Однако закоснелость социально-экономической структуры арабо-мусульманской культуры никак не увязывалась с ее «римскими амбициями» по поводу экстенсивного развития, овладения новыми странами и т. д. Этот фактор наряду с другими обстоятельствами привел к ее упадку.

Но она «успела» выполнить важную историческую миссию: передала аккумулированные и обогащенные в течение многих веков знания античности возрождающейся западной культуре.

Сегодня во всех религиях происходит новое осмысление отношений человека и природы в связи с необходимостью решения стоящей перед обществом экологической проблемы. Намечается сближение библейских и природных религий в вопросах природы и бережного отношения к ней.

В начальный период эпохи Ренессанса, когда происходило возрождение античной культуры и философии, наиболее сильное влияние на интеллектуальный климат оказывали идеи стоицизма. Они, в частности, послужили основой для широко распространенных тогда романтических и гуманистических воззрений, в соответствии с которыми природа объявлялась высшей ценностью, независимо от меры ее использования и включенности в практическую деятельность. Вновь стали превозноситься эстетическое освоение природных явлений, любование природой и т. п. Все это нашло яркое отражение в философии Франческо Петрарки, его размышлениях об «искусстве жизни». Но под давлением зарождающихся капиталистических общественных отношений романтическое мировосприятие стоиков пережило относительно недолгий подъем. Дальнейшее развитие культуры эпохи Возрождения приобрело качественно иное направление. В противовес средневековому аскетизму и романтической этике стоиков богатство и наслаждение становятся основными идеалами времени. Характерной для этого периода является философия Лоренцо Валлы, где возродились этические и некоторые другие стороны эпикуреизма.

Последующий период формирования буржуазного общества в социально-экономическом отношении характеризовался расцветом коллективного, мануфактурного и в дальнейшем машинного производства, все более усиливающимся разделением труда. Возросла потребность в людях, способных свободно продавать свою рабочую силу, что привело к уменьшению,

а впоследствии — и к ликвидации предопределенного формального социального неравенства — неотъемлемого атрибута феодальной структуры общества. Соответственно, произошло и невиданное в прошлом возрастание творческой активности людей, проявляющейся в самых различных сферах деятельности. Все большее внимание стали обращать на идеи пользования природой в их христианской интерпретации. Согласно ей, Бог предназначил человеку владычествовать над всей землей и над всем живым на земле. Иными словами, формировалась установка на господство над природой, что, в свою очередь, оказывало растущее воздействие на развитие теоретического и практического (в частности технического) освоения природы. Социальное бытие, сквозь призму которого человек Нового времени смотрел на природу, отбросило как ненужный романтический идеал природы и свело отношение к ней как к объекту, основанному на трезвом расчете практического использования.

Отношение к природе в религиях

Христианство. И сотворил Бог человека по образу Своему, по образу Божию сотворил его; мужчину и женщину сотворил. И благословил их Бог, и сказал им Бог: плодитесь и размножайтесь, и наполняйте землю, и обладайте ею, и владычествуйте над рыбами морскими (и над зверями), и над птицами небесными (и над всяким скотом, и над всею землею), и над всяким животным, пресмыкающимся по земле. <…> И увидел Бог все, что Он создал, и вот, хорошо весьма *(Библия. Бытие. Гл. I. Ст. 27—28, 31).*

Ислам. Аллах тот, который дал вам землю… Он вас взрастил из земли и поселил вас на ней. Не производите расстройства на земле после устроения ее… И не повинуйтесь приказам распутных, которые распространяют порчу на земле. Поистине, Аллах не любит сеющих порчу *(Коран. Суры: 40—66; 11—64; 26—151/15).*

Буддизм. Пусть он (последователь Будды) не убивает и не причиняет смерти живым существам... Да будут счастливы все существа, да живут все они в радости и довольстве! Все существа, которые только находятся на свете, и слабые, и сильные, и длинные, и короткие, и большие, и средние, и великие, и малые. Видимые и невидимые, живущие близко и далеко, рожденные или только носимые в утробе — все они да будут счастливы. Пусть никто не обманывает других, пусть никто и нигде не обижает других, пусть никто ни гневом, ни злобою не вредит другим *(Сутта-Нипата. Кн. 1, с. 8, 73)*.

Религии и древние народы о потреблении

Американские индейцы. Какими бы жалкими мы ни казались в твоих глазах, мы считаем себя гораздо более счастливыми, чем ты, потому что мы довольны тем малым, что у нас есть *(вождь Микмак)*.

Буддизм. Тот, кто в этом мире преодолеет свои желания, с того спадут его печали, как капли воды с цветка лотоса *(«Джамманада», 336)*.

Христианство. Удобнее верблюду пройти сквозь игольные уши, нежели богатому войти в Царство Божие (*Евангелие от Матфея. Гл. 19, ст. 24)*.

Ислам. Берите свои украшения у каждой мечети; ешьте и пейте, но не излишествуйте: ведь Он не любит излишествующих *(Коран. Сура 7)*.

Древние греки. Ничего в избытке *(надпись на Дельфийском оракуле)*.

В философии позднего Возрождения и Нового времени указанный подход к природе получил соответствующее обоснование и дальнейшее развитие. Фрэнсис Бэкон указал реальный путь для удовлетворения все более расширяющихся потребностей человечества к овладению миром, природой.

Он решительно выступил против схоластической философии Средневековья и господствовавшего дотоле античного идеала науки с его принципом «познания ради познания». Главное назначение науки он видел в увеличении власти человека над природой. Для достижения этой цели он создал основы принципиально новой методологии науки, «естественной философии». К числу главных заслуг Бэкона сегодня справедливо относят то, что он со всей определенностью утверждал — научное знание проистекает из целенаправленно организованного опыта, эксперимента; наука не может строиться просто на непосредственных данных чувства.

Рене Декарт, отталкиваясь от философии Бэкона и под влиянием работ Галилея, создал содержательно иную методологию естествознания, главную роль в которой отвел рационалистическим средствам познания. Однако целевое назначение науки он, как и Бэкон, видел в обеспечении господства человека над природой. Взгляды Бэкона и Декарта на принципы научного познания и назначение науки были созвучны потребностям времени, они послужили философским основанием и главным ориентиром в создании классической методологии естественных и технических наук, обеспечившей в дальнейшем беспрецедентный в истории человечества научно-технический прогресс. Общими гносеологическими установками данного направления философской мысли были дискретное и независимое рассмотрение объектов действительности, ориентация на аналитический, дифференцированный подход в научном познании.

Гносеологическая односторонность в теоретическом и практическом освоении природы способствовала в дальнейшем возникновению целого ряда непредвиденных последствий, в том числе экологических. Следует обратить внимание на то, что схоластическое противопоставление человека и природы не было преодолено ни в философии Бэкона, ни в философии Декарта.

Более того, сама возможность и необходимость познания и преобразования природы нередко обосновывалась положениями Священного Писания, пронизывавшими еще интеллектуальный климат той поры. Так, Бэкон в своих рассуждениях исходил из того, что власть над сотворенной природой перешла к человеку, когда «Адам дал вещам название по их свойствам», но была утрачена после грехопадения. Соответственно, получение новых знаний ему представлялось как восстановление «языка» Адама и одновременно обретение господства над природой.

По мере развития естествознания и различных аспектов практической деятельности становилась все более очевидной бессмысленность противопоставления человека и природы. Но борьба против абстрактной субъективности христианства привела философию XVIII в. к противоположной односторонности: субъективности была противопоставлена объективность, духу — природа. Единство человека и природы представлялось в виде полного подчинения человека законам природы как части целому. Целостный, монистический подход к природе и человеку как ее порождению последовательно проводился Спинозой и французскими материалистами — Ламетри, Дидро, Гельвецием и Гольбахом.

Однако рассмотрение человека только как части природы оставляло в тени объективный характер целенаправленной человеческой деятельности и принижало его возможности. Деятельной стороной, или фактором, предопределяющим все аспекты деятельности человека, считалась природа. Такой взгляд давал основание для сомнений относительно возможности освоения природной действительности человеком, содействовал фаталистическому осмыслению хода событий и т. п. Все это противоречило реально происходившему в тот период нарастанию познавательной и преобразовательной деятельности общества, в значительной степени послужившему

причиной тому, что философия Спинозы и французских материалистов не смогла оказать такого действенного влияния на методологические основания теоретического и практического освоения природы, какое оказала философия Бэкона и Декарта. В дальнейшем этого не смогла сделать и философия Канта, Фихте и Гегеля, поскольку у них «деятельная сторона» рассматривалась идеалистически, а человека и природу в лучшем случае (например, у Гегеля) «связывала» абсолютная идея, порождениями и моментами развития которой они представлялись. Поэтому совершенно справедливо классиками философии индустриальной эпохи считаются Бэкон и Декарт. Овладение силами природы и подчинение их потребностям человека были главными велениями времени, и духу этого времени больше всего отвечали методология «естественной философии» и картезианская гносеология. Призывы Руссо: «Вернись к природе!..», обращенные к человеку, активно преобразующему действительность, не имели никакого практического резонанса.

Однако девиз великих философов-гуманистов Нового времени — «Овладевать силами природы для блага человека» — в условиях капитализма был грубо искажен. Практическое и в какой-то степени теоретическое освоение природы было нацелено, прежде всего, на максимальное производство прибавочной стоимости. При социально-экономических условиях зарождающегося капитализма по мере научно-технического прогресса происходило не только усиление эксплуатации наемных рабочих, но и все более хищническое использование природных ресурсов. Отражением и, вместе с тем, оправданием этого обстоятельства служит идеология волюнтаризма технически вооруженного человека по отношению к природе. Понятно, что совокупное действие отмеченных факторов неизбежно должно было вызвать и действительно вызвало все более усиливающееся ухудшение экологической ситуации, достигшее своей кульминации в наше время.

Сегодня дискутируется вопрос — в состоянии ли человек и дальше преобразовывать природу или ему следует отказаться от этого вообще? Особенно остро встала необходимость дополнительного, более глубокого обоснования перспектив практического освоения природы.

Нередко при попытках решения подобного рода проблем отталкиваются от финалистских представлений и, в конечном счете, приходят к пессимистическим выводам: априорно принимаются положения о необходимости сохранения природы в первозданном виде, невозможности оптимального преобразования человеком природной среды и т. д. Многие авторы во избежание экологической катастрофы предлагают повсеместно остановить техническое освоение действительности, вернуться к былой «погруженности в природу». Главным средством реализации такой программы считается коренное изменение мировоззрения, морали, системы ценностей современной цивилизации.

Наиболее глубокой в рассматриваемом плане философской рефлексией на сложившуюся экологическую ситуацию является философия А. Швейцера и Э. Ласло, в которой особое значение придается «созданию» новой морали человечества. Для этого предлагается, прежде всего, изменить основание человеческой морали.

Сегодня уже очевидно, что в сферу нравственных кроме традиционно рассматриваемых отношений *человек — человек, человек — общество* необходимо включить и определенные аспекты отношений *человек — природа, человек — космос*. Однако это не натурализация оснований морали. Последняя имеет социальную сущность, и определяющие ее объективные критерии не могут быть природными. Они должны вобрать в себя экологические регулятивы наряду с общественными детерминантами.

Основатель и первый президент Римского клуба А. Печчеи считал, что подлинной проблемой человеческого рода на данном этапе его эволюции являются отставание его культурного

развития и несоответствие осуществляемым им же самим изменениям действительности. В результате человеческий род не может приспособиться к складывающемуся новому положению вещей, новым условиям и т. д. Отсюда решение данной проблемы сводится к необходимости изменения «человеческого качества».

Однако связь человека с природой — не неизменная естественная связь, а определяемая общественными факторами социоестественная. Единство человека и природы при этом предстает как исторический процесс, который проявляется и усложняется в практической деятельности. Оно реализуется не в абстрактном созерцании природы, а в предметно-практической деятельности, когда человек опосредует обмен веществ между собой и природой. Веществу природы он противостоит как сила природы. Это и понятно. Ведь человек — часть природы не только в том смысле, что его тело есть результат развития живой материи, но и в том, что он постоянно нуждается в обмене веществ с природой, чтобы существовать. И такой обмен происходит в процессе труда, обеспечивающего основу для жизни человека. Здесь труд — вечная естественная необходимость: без него не был бы возможен обмен веществ между человеком и природой, т. е. сама человеческая жизнь.

Труд — необходимое условие общественного бытия, источник богатства, культуры и т. д. Отсюда и зависимость человеческого отношения к природе, характера «очеловечивания природы» от уровня развития экономики, общественных отношений, от господствующих в данный период социокультурных установок.

До сих пор взаимодействие общества с природной средой происходило стихийно. В настоящее время все более очевидно, что общество должно взять на себя всю ответственность за будущее природы, перейдя от стихийного взаимодействия с нею к сознательно управляемому. Именно на этом пути возможен переход к устойчивому развитию.

6. Глобализация и альтернативы будущего: концепция устойчивого развития

Человечество сегодня переживает решающий, поворотный момент своей истории. Оно напоминает нам былинного богатыря на распутье. Столкнувшись с мировыми, глобальными проблемами, не имеющими однозначного решения, располагая при этом необходимым интеллектуальным, технологическим потенциалом, оно должно найти единственно верное решение, которое позволит адаптироваться и выжить в этих условиях.

Однако у современного общества, в отличие от былинного богатыря, нет времени на раздумье. Вся его предыдущая история предопределила движение к роковому исходу. И сегодня, как никогда остро, стоит вопрос о необходимости понимания каждым жителем Земли своей ответственности перед будущим нашей планеты, осознания своей причастности к истории. Наступило время, когда *Человек разумный* должен стать *Человеком мудрым*. Проблема, таким образом, в самом человеке, а не вне его. И возможное решение этой сложной проблемы связано, прежде всего, с развитием подлинно человеческих качеств у всех жителей нашей планеты. Чтобы выжить, люди должны перейти к новому типу развития, изменить способ своей жизнедеятельности.

Феномен глобализации. Исторический процесс сегодня представляет собой глобализацию различных сторон общественной жизни. Она столь существенно меняет коммуникативные, политические, культурные и иные связи и отношения в обществе, а также представления о пространственно-временной организации социальной действительности, что вполне правомерно говорить о наступлении качественно новой эры в истории человечества. Глобализация обусловлена совокупностью объективных и субъективных факторов, имеющих социально-экономические, технологические, духовные и культурологические корни. Вот далеко не полный их перечень:

развитие информационных технологий, становление мировой экономической системы, вестернизация национальных культур, беспрецедентный рост народонаселения и миграционные пертурбации в мире, осознание геофизического и биотического единства нашей планеты и необходимости общей заботы о состоянии окружающей среды, формирование глобального способа мышления, реализация ведущими странами монопольных геополитических доктрин и др. Указанные факторы так или иначе взаимосвязаны, переплетаются и зачастую приводят к непредвиденным последствиям. Все это свидетельствует о сложности не только феномена глобализации как объекта исследования, но и ее однозначной оценки.

В свое время О. де Бальзак писал: «…Если совершившиеся события оставляют следы, то законно предположить, что у будущих есть корни» [45, с. 32]. Соответственно, прогнозирование характера развития глобальных процессов возможно на интегративной основе с использованием философских, общенаучных и специально-научных методов познания. Определяющую роль при этом призваны играть системный и синергетический подходы, отражающие как характер взаимосвязей разнокачественных процессов, так и особенности их развития. Синергетический подход в данном случае позволяет раскрыть нелинейную природу этих процессов, их зависимость от случайных обстоятельств и, по существу, картину самодвижения, самоорганизации современного общества.

Вместе с тем понимание многих аспектов глобализации и ее последствий неизбежно предполагает учет этнических, конфессиональных, культурологических, ценностно-мировоззренческих факторов, что обусловливает определенное взаимодействие философских, научных и религиозных подходов.

Глобализация имеет под собой глубокие основания. В определенном смысле — это проявление тенденций к единству человечества, преодолению отчужденности людей,

интенсификации коммуникативных связей. Исторически единение человечества отражалось, например, во взаимодействии культур, распространении монотеистических религий, попытках создания общего языка. Сегодня же речь идет о другом. Современные тенденции глобализации выходят за пределы духовной сферы и охватывают экономику, политику и информационные процессы в самых различных областях человеческой деятельности. Таким образом, формируется мегаобщество с многогранными связями. Можно сказать, что глобализация — это современная мера экономической, технологической, политической и информационной интеграции мира.

С одной стороны, глобализация открывает захватывающие горизонты для развития, с другой — создает новые угрозы для человечества. Она обостряет вопросы экономической, экологической, информационной и военной безопасности в силу беспрецедентного возрастания роли субъективного фактора в общественной жизни. Традиционное стихийное развитие общества, приведшее к экологической опасности в индустриальную эпоху, становится недопустимым.

Признаки надвигающейся катастрофы в этом плане налицо: чрезмерное химическое и физическое загрязнение окружающей человека природной среды, разрушение озонового экрана биосферы, возрастание нестабильности климата, опустынивание планеты, опасное оскудение флоры и фауны и т. д. Резкое ухудшение качества жизни людей и начало необратимого разрушения биосферы прогнозируются на середину нынешнего столетия. Такой опасный прогноз заставляет критически проанализировать цели современного общества, задуматься о перспективах человека, принять практические опережающие действия, в частности, в области обеспечения экологической безопасности. В связи с этим на передний план выходит проблема *управляемости социоприродными процессами на региональном и глобальном уровнях.*

Взаимодействие общества и природы до сих пор происходило стихийно. Однако человечество все отчетливее начинает осознавать, что ресурсы биосферы и другие богатства Земли в условиях глобализации нельзя присваивать, не задумываясь о предельных возможностях природы, об интересах и ныне живущих, и будущих поколений. Основной вопрос сводится к тому, как, не разрушая устои биосферы, разместить на Земле миллиарды людей, обеспечив их потребности и желания. Сегодня судьба всех форм жизни на нашей планете однозначно зависит от характера деятельности человека. Обществу необходимо определить разумную перспективу своего развития, другими словами, — свое будущее.

Следует отметить, что Россия в эпоху глобализации оказалась в сложной экономической и политической ситуации. Пристального внимания сегодня требуют вопросы социального расслоения, демографии, образования, культуры, состояния окружающей среды, рационального использования природных ресурсов. Основной сферой деятельности российского государства в условиях нарастания процессов глобализации должны стать всесторонне продуманная, нацеленная на будущее социальная, экономическая и научно-техническая политика (в частности, обеспечение социальной справедливости, соблюдение прав человека, реализация идей правового государства, стимулирование сбалансированного народонаселения во всех регионах России, создание предпосылок для повышения качества жизни людей, развитие высоких технологий, ресурсосберегающих направлений экономики, альтернативных видов энергетики). Особого внимания заслуживает тот факт, что феноменальные природные ресурсы России (особенно запасы минеральных и горючих ресурсов, пресной воды, леса, рыбы) еще могут какое-то время содействовать решению указанных задач. Государственная экономическая политика поэтому должна быть ориентирована на использование прибыли от освоения природных ресурсов во благо будущего общества.

Поиски альтернативных путей развития. Глобальные проблемы послужили основой для выдвижения идей альтернативного общественного развития, предполагающего радикальное изменение характера потребления, уровня и качества жизни людей, производства, технологий и т. д. Поиски альтернативных путей развития, несомненно, сопряжены с необходимостью переосмысления установившихся норм жизни, культурных традиций. И здесь следует действовать крайне осторожно, ибо вряд ли путь прямой «аналогии» с древними культурами может служить основанием, образцом новой цивилизации. Перенимать все ценное из культур различных времен и народов необходимо, и это в принципе не вызывает сомнений. Однако альтернативность приемлема, если новая ориентация чем-то лучше старой. В этом отношении гораздо ближе к истине те, кто обращается к идее ноосферы, делает акцент на использовании науки, ее технологических достижений для создания основ альтернативной цивилизации.

Сама задача выбора альтернативного пути развития человечества не может быть решена без научного анализа. Отсюда возникла особая наука — глобалистика, занимающаяся изучением влияния сложных мировых (глобальных) проблем на общественное развитие.

Большой вклад в развитие глобалистики внесли представители Римского клуба. Эта международная организация, основанная в 1968 г. по инициативе итальянского ученого и общественного деятеля Аурелио Печчеи, объединяет известных ученых из многих стран, в том числе и из России. Римский клуб стал популярным в 1972 г. после публикации первого доклада «Пределы роста», подготовленного под руководством Д. Медоуза. Доклад основывался на модели, созданной методом системной динамики и имитировавшей в первом приближении некоторые процессы мирового развития вариацией пяти взаимозависимых параметров: уровня народонаселения, использования природных ресурсов, загрязнения среды, снабжения

продовольствием и капитальных вложений. Задача доклада, как считал А. Печчеи, была, скорее, воспитательной и предостерегающей. Она сводилась к выявлению возможных катастрофических последствий современных тенденций и стимулированию политических изменений, которые помогли бы их избежать.

На основе результатов исследования указанной модели был сделан вывод, что при сохранении наблюдаемого сегодня характера изменений выбранных параметров к середине XXI в. во взаимодействии общества и природы произойдет всеобщий кризис — глобальное загрязнение среды и истощение доступных природных ресурсов, что спровоцирует упадок производства и массовую гибель людей.

Отталкиваясь от подобной перспективы мирового развития, авторы доклада выдвинули концепцию «глобального равновесия», в соответствии с которой необходимо уменьшить рост населения, ограничить материальное производство и сократить на порядок потребление природных ресурсов. Данная концепция явно не была направлена на стагнацию социально-экономической жизни. В ней допускалось развитие человеческой деятельности в направлениях и формах, не оказывающих особого влияния на среду и реализующихся с привлечением минимальных материальных средств (наука, искусство, спорт и т. п.). Считался приемлемым прогресс, ориентированный на интенсивное использование ресурсов и разработку технических систем, обеспечивающих сохранение биосферы. Основная идея доклада сводилась к тому, что при сохранении нынешних тенденций к росту в условиях конечной по своим масштабам планеты уже следующие поколения человечества достигнут пределов демографической и экономической экспансии, а это приведет систему в целом к неконтролируемому кризису и краху. Пока еще можно избежать катастрофы, приняв меры по ограничению и регулированию этого роста и переориентации целей.

Доклад «Пределы роста» вызвал сильный резонанс и разноречивые суждения в философских, научных и политических кругах всего мира. Теоретики технократических учений, увидев в докладе веские аргументы, разрушающие основы их утопий об «обществе всеобщего благосостояния», голословно отвергли его. Возродились «технический пессимизм», «руссоизм», новая волна которых была направлена против научно-технического развития вообще. Возникли многочисленные теории «нулевого роста», в той или иной форме призывающие остановить рост науки, техники, населения и производства. Были также опубликованы работы, где подверглась критике концепция «глобального равновесия». В них акцентировалось внимание на недопустимости отвлечения от таких существенных факторов, как плюрализм социально-экономической структуры современного мира, созидательные возможности научно-технического прогресса и т. п. Основным недостатком этого доклада было признано ограниченное представление о возможностях сознательного воздействия человечества на свое собственное развитие.

В целом в 70-е гг. XX столетия усилилась тенденция к поискам новых путей, «сценариев» глобального развития. Появились концепции «информационного» развития, «качественные» учения о росте и т. п. Для многих из них было характерно заимствование отдельных положений марксистской философии относительно взаимодействия экономических и социально-политических процессов. Распространились и подходы к вопросам общественного развития в духе английского философа, социолога Герберта Спенсера. Его социальная теория, рассматривающая развитие общества по аналогии с развитием живых организмов, повлияла, в частности, на формирование концепции «органического роста», выдвинутой во втором докладе Римскому клубу — «Человечество на перепутье» (1974 г.). Он ознаменовал собой начало нового этапа в процессе осмысления проблем глобального развития и возможных путей их решения.

Этот доклад был подготовлен под руководством М. Месаровича (автора одного из распространенных вариантов общей теории систем) и видного математика Э. Пестеля. В нем была сделана попытка учесть основные критические замечания, высказанные при обсуждении «Пределов роста». Его основу составили результаты исследований многоуровневой самоуправляющейся модели мирового развития, которая базировалась на теории иерархических систем. В новой модели мир был представлен в виде взаимодействующих между собой десяти подсистем (регионов); каждая из них в той или иной степени отражала различные уровни экономического, социального и культурного развития отдельных стран. С помощью выбора сценариев развития оценивались различные перспективы глобальной системы. Исследования модели показали, что при сохранении существующих тенденций развития человечеству угрожает не глобальная, а серия различных по своему характеру и масштабам региональных катастроф. Для предотвращения этих нежелательных последствий авторы доклада предложили перейти от «неорганического», стихийного, к «органическому» росту в масштабе всей планеты.

Второй доклад Римскому клубу обнажил драматическую альтернативу, стоящую ныне перед человечеством, — или солидарность и справедливость, разнообразие и единство, взаимозависимость и опора на собственные силы, или распад всей современной цивилизации, который будет сопровождаться сначала региональными, а потом и глобальной катастрофами.

Под эгидой Римского клуба и других организаций наряду со вторым докладом появились работы, где на основе моделирования велись исследования отдельных аспектов мирового развития. Оценивая сам факт появления в современной науке такого направления, как глобальное моделирование, можно в известной мере согласиться с тем, что оно поставило на рациональную, научную основу все мышление по предвидению будущего, открыло поистине новый этап в его развитии. В ходе рассмотрения

указанных моделей укоренилась мысль о тесной взаимосвязи природных, экономических и социальных факторов мирового развития. Все это в значительной степени способствовало всестороннему исследованию глобальных процессов, интенсивно развернувшемуся и в наше время. Уже признана всеми необходимость перехода от стихийного цивилизационного развития к упорядоченному, учитывающему меру биосферных процессов и возможные экологические границы преобразующей деятельности человека. Только в этом случае развитие общества может быть непрерывным и длительным, происходить без особых социальных потрясений и природных катастроф.

Концепция устойчивого развития. Мир к концу XX в. подошел к экологическому порогу, требующему радикального изменения ценностно-мировоззренческих, экономических, технологических основ социального развития. В связи с этим, как уже было отмечено, в 1992 г. в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН по окружающей среде и развитию была принята «Концепция устойчивого развития», которая предстала как «Повестка дня на XXI век» [46].

Основные факторы, обусловившие необходимость принятия концепции устойчивого развития, таковы: демографический взрыв на планете, истощение традиционных доступных горючих и минеральных ресурсов, деградация биосферы (сокращение биоразнообразия, пахотных земель и т. д.); а также производные от этих изменений — истощение озонового слоя биосферы и возрастание воздействия на живые организмы космических лучей, вероятность повышения температуры поверхности Земли и др. [47].

В материалах конференции «Рио-92» отмечалось, что противоречие между сложившимся характером развития цивилизации и природой достигли своего предела; очевидна бесперспективность модели цивилизации, принятой развитыми странами; благополучие западных стран базируется на нерациональной эксплуатации природных ресурсов планеты,

завышенном производстве и потреблении. Внимание было акцентировано на том, что все основные элементы глобальной социоприродной системы — численность населения, производство продуктов питания, промышленное производство, потребление ресурсов и загрязнение окружающей среды — находятся в состоянии экспоненциального роста. Стало очевидным, что человечество, преследуя одностороннюю прагматическую цель от использования природы, стремительно приближается к глобальному экологическому кризису.

Концепция устойчивого развития исходит из того, что при рассмотрении экологической проблематики нельзя ограничиваться только проблемами окружающей среды. Как подчеркивает Г. Х. Брундтланд в предисловии к докладу ООН «Наше общее будущее»: «Это было бы непоправимой ошибкой. Окружающая среда не существует в изоляции от человеческой деятельности, от нужд и желаний людей. И попытки защитить ее, не принимая во внимание удовлетворение человеческих потребностей, привели к тому, что в некоторых политических кругах к этим попыткам стали относиться как к чему-то наивному, оторванному от жизни… Окружающая среда — это место нашей жизни, а развитие — это наши действия по улучшению нашего благосостояния в ней. Оба эти понятия неразделимы» [47, с. 15].

Именно такой подход принят за основу концепции устойчивого развития. Не одностороннее наращивание экономики, а сбалансированное, двуединое развитие экономики и экологии (точнее, социально-экономическое и экологическое развитие) выходит на передний план.

Смысл концепции устойчивого развития сводится к определению предпосылок и условий длительного существования человечества. Согласно данной концепции, каждое поколение людей должно так жить и так удовлетворять свои потребности, чтобы не нарушались меры природных, биосферных процессов, не ставились под угрозу предпосылки и условия жизни будущих поколений.

Прошедшее после конференции время подтверждает, что переход к устойчивому развитию является единственным спасительным путем для человечества, а стихийное развитие в условиях глобализации становится еще более опасным. Глобализация может обрести гуманистическую ориентацию только при устойчивом развитии.

Концепция устойчивого развития предстает как квинтэссенция целого ряда философских и социологических учений, естественно-научных и математических теорий. Смысл перехода к устойчивому развитию заключается в выживании человечества и сохранении биосферы. Для этого необходимо кардинальным образом трансформировать все сферы деятельности человека в целях уменьшения давления на биосферу. Устойчивое развитие должно характеризоваться экономической эффективностью, биосферосовместимостью, социальной справедливостью при общем снижении антропогенного пресса на биосферу и обеспечении всесторонней безопасности. Обеспечить безопасность можно не посредством создания особых дополнительных структур защиты, а через гармоничное развитие личности, общества, государства, широкое социальное партнерство, продуманное взаимодействие с природой.

Таким образом, устойчивое развитие — это стабильность в социальной и политической сферах жизни общества, которая должна основываться на соблюдении прав человека, принципов демократии и правового государства, норм международного права. В таком случае концепция устойчивого развития объединяет в единую систему экологические, экономические и социально-политические связи и отношения. Более того, она диктует неизбежность взаимосвязи разума с нравственностью. Достижения разума, оторванные от нравственных начал, исторически зачастую приобретали разрушительный, антигуманный характер. Для ограничения спонтанного развития общества становятся востребованными духовные ценности и нормы высокой морали.

Согласно концепции устойчивого развития, социально-экономическое развитие должно реализоваться таким образом, чтобы сохранить параметры биосферы, определяющие жизнедеятельность человека на Земле. Это предполагает гармонизацию человеческой деятельности в самых различных сферах; изменение материальной и духовной культуры цивилизации, а также традиционных ценностных установок общества. Особое значение приобретает нормативно-правовое и организационное обеспечение региональной деятельности, направленной на устойчивое экологобезопасное развитие.

Ориентация современного общества на концепцию устойчивого развития была поддержана на Всемирном саммите ООН по устойчивому развитию в 2002 г. в Йоханнесбурге. В 2012 г. на юбилейной конференции ООН «Рио+20» были намечены основные контуры «Будущего, которое мы хотим».

По мере осмысления проблем и перспектив перехода современного общества к устойчивому развитию становится очевидным, что такой переход возможен при гармоничных социально-экономических отношениях, нравственном совершенствовании людей, изменении человеческих качеств на основе гуманистических ценностей и идеалов. Концепция устойчивого развития, таким образом, объединяет в единую систему экологические, экономические, социальные и культурологические характеристики. Происходит обобщение концепции устойчивого развития, она превращается в теорию исторического процесса, отображающую социальную и природную (социоприродную) действительность в единстве и развитии.

Любая теория исторического процесса, как известно, обращена не только в прошлое, но и в будущее; она служит основой для понимания прошлого и канвой для конструирования будущего. Концепция устойчивого развития призвана раскрыть закономерности социоприродных систем, обосновать перспективы, отвечающие интересам не только нынешних, но и будущих поколений.

Ценность концепции устойчивого развития заключается в том, что она рассматривает историю как целостный социоприродный процесс, акцентируя внимание на единстве общества и природы. Исторический процесс в таком случае предстает как временная последовательность сменяющих друг друга социоприродных явлений и событий. Речь идет о принципиально новом рассмотрении исторического процесса, когда формирование социальных систем и структур, многообразных видов техники и иных составляющих материальной культуры анализируются с обязательным учетом биосферных критериев.

Переход к устойчивому развитию и дальнейшее движение по этому пути представляются как управляемая эволюция социоприродного типа.

Итак, для достижения устойчивого развития по меньшей мере требуются:

- политическая система, соответствующая идеологии гражданского общества и правового государства;
- экономическая система, ориентированная на развитие зеленой экономики, менее энерго- и ресурсоемких производств;
- социальная система, предотвращающая расслоение общества, конфликтные ситуации;
- международная система, способствующая коммуникативным, торговым и финансовым связям;
- информационная система, обеспечивающая получение новой научной информации, ее оперативное распространение;
- образовательная система, формирующая индивидуальное и общественное сознание в интересах устойчивого развития;
- технологическая система, ориентированная на высокие и биосферосовместимые технологии, и др.

Эти требования носят преимущественно характер целей, которые должны лежать в основе региональных и глобальных действий в области социально-экономического и политического развития.

Несмотря на взаимосвязь глобального и регионального уровней организации социоприродных систем, имеются и существенные культурные, экономические, политические и естественные различия отдельных регионов, обусловленные различиями в образе жизни людей, социальных потребностях, особенностях используемых технологий. Не случайно в документах ООН подчеркивается, что субъектами устойчивого развития являются национальные государства, они несут ответственность за состояние природной среды на локальном и региональном уровнях. Существенное значение в этой связи приобретает оценка культуры региона, ее соответствия индикаторам устойчивого развития. Такая информация играет значительную роль в разработке эффективной культурной, образовательной и просветительской политики.

Таким образом, переход к устойчивому развитию — изменение содержания и формы материальной и духовной культуры цивилизации — не может быть реализован исходя из традиционных представлений и ценностей, стереотипов мышления. Он требует выработки новых научных и мировоззренческих подходов, соответствующих не только современным реалиям, но и перспективам развития в III тысячелетии.

Вопросы для самопроверки

1. Как проблема народонаселения связана с обострением противоречий в системе *общество — природа*?
2. На каком основании можно выделить отдельные периоды во взаимодействии общества и природы?
3. Что входит в содержание понятия «экологическая безопасность»?
4. В чем особенность законов социальной экологии?
5. В чем сущность экологической проблемы, какие стороны взаимодействия общества и природы она охватывает?
6. Почему возникли экологические движения и организации?

VI. На пути к устойчивому развитию

Трудно поверить, что не предпринимается серьезных усилий, чтобы избежать того, что так похоже на окончательный приговор судьбы.

Э. Фромм

1. Регулятивная роль культуры в переходе к устойчивому развитию

Культура — атрибутивный фактор антропосоциогенеза, становления и развития человека. Она проявляется в традициях, восходящих к глубокой древности; в духовной, интеллектуальной атмосфере эпохи; способе мышления и деятельности людей; парадигмах научного познания; содержании и методах образования; характере экономики, права и политической системы; особенностях управления обществом. Иными словами, все достижения человека, все формы его деятельности, так или иначе, определяются культурой. И сегодня достаточно четко осознается *регулятивная, программирующая функция культуры* в человеческой жизнедеятельности [48]. Переход к устойчивому развитию предполагает целенаправленное изменение культуры современного общества в соответствии с гуманистическими и экологическими ценностями. Здесь уместно говорить о культуре устойчивого развития — понятии, обобщенно характеризующем многогранное движение современного общества по пути модернизации его материальных и духовных сфер на основе парадигм (индикаторов) устойчивого развития.

Под культурой при этом понимается не только совокупность материальных и духовных ценностей, созданных людьми, но и то, что способствует в ней сохранению и дальнейшему развитию общества. Если культура как социальный феномен, «творение рук человеческих» всегда противопоставлялась природе, то культура устойчивого развития должна стать способом гармоничного соединения человека с природой на основе глубокого познания и понимания сущности природы.

Крупным шагом в этом направлении стала международная конференция ЮНЕСКО «Культура: ключ к устойчивому развитию», состоявшаяся в мае 2013 г. в г. Ханчжоу (Китай). По итогам конференции была принята Ханчжоуская декларация «Культура и устойчивое развитие», в которой содержится призыв сделать культуру основой политики устойчивого развития.

Феномен культуры. Живя в «мире культуры», трудно уловить суть культуры, осознать логику и динамику ее развития, механизмы влияния на разные сферы деятельности человека. Это приобретает особую значимость при попытках выявить инициирующие факторы социально-экономического развития, понять основания различий цивилизаций, стилей и образа жизни людей.

У разных народов в процессе исторического развития (в зависимости от природных условий, этнических характеристик) складываются свои, самобытные представления о жизни, а также нормы поведения, условные знаки, символы, в образной форме отображающие ту или иную идею. Язык, архетипы, традиции, религия, мировоззренческие установки, духовные ценности — все это базисные элементы культуры. Особенности их проявления определяют идентичность конкретной культуры, типичные для нее модели поведения человека.

Культуры, в силу внутренних и внешних причин, изменяются в историческом масштабе времени. Эти процессы связаны с самоорганизацией общества, пространственным распространением и взаимодействием различных культур, конвергенцией их ценностей. При этом не происходит полной унификации форм духовной жизни, разнообразие культур сохраняется. Культуры, не ориентированные на развитие, освоение новых ценностей, со временем исчезают.

В условиях глобализации культурологические вопросы существенно актуализировались. Культурная глобализация создает уникальные возможности для обогащения традиционных ценностей, идей и жизненных установок. Вместе с тем

отдельные культуры подвергаются суровому испытанию, возникает проблема сохранения разнообразия культур — духовного богатства человечества, важнейшего фактора развития, создающего предпосылки для творчества и инноваций.

Культура — это совокупность различных способов и результатов адаптации и организации жизнедеятельности людей в определенной среде. Передаваемый из поколения в поколение опыт освоения человеком действительности в различных формах и видах определяет сущность конкретной культуры [49].

В этом отношении справедливо утверждение о том, что каждое человеческое общество обладает своей культурой, сложной или простой, развитой или неразвитой. Если культура стала крупной, технологически богатой, появились города, возникла письменность, то можно считать, что она достигла уровня цивилизации.

Феномен культуры стал возможным благодаря сознанию, развитию языка и поразительным творческим качествам человека, который выделяет себя из природы и отделяет от нее. Для преодоления страха в безграничном и жестоком мире и придания смысла своему существованию человек создал мифы и религии, различные мировоззрения; для выживания он стал изучать природу, накапливать знания, изобретать разнообразные технические средства; для гармонизации жизнедеятельности научился познавать себя, социальную действительность. Можно сказать, что культуру человек создал в силу объективной необходимости, она послужила предпосылкой и условием его становления и развития.

Состояние «сращенности» индивида с естественными предпосылками своего существования — исходный пункт истории. В этом смысле культура не умаляет значение природы для человека, не ликвидирует его отношение к ней, а сама выступает как специфическая для человека форма связи с природой, единства с ней.

Однако в культуре человек представлен не столько как природное, сколько как историческое, социальное существо. Находясь в состоянии зависимости от природы, исходя из нее и нуждаясь в ней, человек, вместе с тем, постоянно преодолевает эту зависимость. На какой бы ступени исторического развития ни стоял человек, он вынужден постоянно производить необходимые ему средства для жизни, создавать предметы потребления, вещи с полезными для него свойствами. От ценности природы в культуре зависит характер природопреобразующей деятельности общества.

Отсюда особый смысл имеет выявление характера связей культуры с природой. Можно считать, что культура, будучи качественно отличной от природы, тем не менее, является ее продолжением и дополнением, представляет собой над- и сверхприродную реальность как следующая ступень эволюционного ряда.

Каждая культура — это целостный, духовно-материальный феномен, воплощенный в родовой общности людей, определенном этносе. Разнообразие культур не исключает наличия общих черт, инвариантов в них. Это определяет возможность взаимодействия, диалога культур, их оценки с гуманистических и экологических позиций. Все культуры, несмотря на существенные различия, являются модификацией общечеловеческой культуры, что позволяет людям осознавать себя единым целым.

Культура и цивилизация. Понятие «цивилизация» характеризует социальное бытие культуры. Цивилизация предстает не только как показатель уровня научно-технологического развития, качества жизни, степени ухода от примитивных способов хозяйствования, но и как мера свободы человека, его гармоничного, нравственного развития. Другими словами, цивилизация — это явно выраженная культура, наивысшая культурная целостность и наивысшая культурная общность людей.

Современная цивилизация формировалась в процессе длительной исторической эволюции на основе варварства. И в каждую эпоху в ней в той или иной степени проявлялись его элементы. Это и объясняет пристальное внимание к формам варварства, которые оказались «внутренне имплантированными в многотысячелетнее развитие самой цивилизации, <…> проявляясь в рецидивах, всплесках варварства как “наследственной болезни” всей цивилизации…» [50, с. 131].

Как объяснить тот факт, что культура, достигнув цивилизационного уровня, не только сохраняет в себе элементы варварства, но и может идти вспять и даже вернуться на уровень варварства? С чем связано искажение подлинной функции культуры?

Можно выделить три обстоятельства, влияющие на неадекватное развитие культуры. Первое связано с природой человека. Современный человек — курьезная смесь характерных черт, приобретенных на разных стадиях многовекового процесса умственного развития. «Скептицизм и научные знания бок о бок соседствуют здесь с прадедовскими предрассудками, устаревшими стереотипами мыслей и чувств, глухим невежеством и ошибочными мнениями…» [51, с. 96]. Второе — с недостаточностью знаний, ограниченностью теоретических основ преобразующей деятельности человека в каждый конкретно-исторический период развития общества. Отсюда особые надежды на научное познание, на реализацию ноосферогенеза. Третье обстоятельство обусловлено наличием объективной неопределенности в социальных и природных системах, которая не снимается в процессе развития познания.

При сопоставлении понятий «цивилизация» и «варварство» появляется возможность оценить меру гуманистичности культуры. Ключевые слова, характеризующие нравственно пронизанную цивилизацию, — это равная мера свободы и ответственности; безопасность во всех сферах деятельности

и повседневного бытия; действенные закон, право и правоохранение; эффективность деятельности индивидов, их ориентация и на индивидуальный интерес, и на общие цели; высокое качество форм и средств коммуникации — дорог, транспорта, связи; достойная повседневная жизнь согласно критериям благоустроенности и красоты; забота о здоровье и детях, о старых и слабых [50].

Если к этим качествам цивилизации добавить *понимание природных основ своего существования, заботу о состоянии природной среды, то можно ставить вопрос об экологической цивилизации будущего.*

Становление культуры устойчивого развития. Культура устойчивого развития может формироваться посредством целенаправленных действий. Основой ее изменения и обогащения может выступать система образования, определяющая духовные и научно-теоретические предпосылки развития общества. Не случайно особую роль в формировании культуры устойчивого развития ЮНЕСКО отводит образованию. Всемирный саммит ООН в Йоханнесбурге в 2002 г. объявил десятилетие «Декады образования для устойчивого развития» (2005—2014 гг.). Становится все более очевидным, что образование должно быть подчинено интересам устойчивого развития.

Образование — это процесс усвоения систематизированных знаний, умений и навыков, необходимых для адаптации человека к природной и социальной действительности, дальнейшего развития самых различных сфер человеческой деятельности. Главная ценность образования — социализация индивида, передача многовекового культурного и технологического опыта от одного поколения к другому, формирование духовных и нравственных основ жизни людей в обществе.

Любая система образования всегда в той или иной степени соответствует эпохе, воспроизводит ее и отражает уровень и структуру общественного сознания. При этом всякое

образование ориентировано на будущее и призвано создавать предпосылки для проявления новых граней сущностных сил человека, его социального и культурного развития. Эта его двуединая функция исторически всегда служила основой выбора определенной концепции образования, который зависит от доминирующих ценностно-мировоззренческих установок эпохи, характера потребностей общества и понимания необходимого уровня качества жизни.

В связи с переходом к устойчивому развитию стала очевидной и необходимость обеспечения опережающего образования, его футуризации. Образование в интересах устойчивого развития, безусловно, многогранно, нацелено на решение самых различных вопросов. Вместе с тем очевидно, что сложная структура образования для устойчивого развития должна восходить к экологическому образованию, призванному не просто проникнуть в структуру образования, а стать одним из ее важнейших оснований. И если литература и история нужны для усвоения ценностей духовной культуры, естествознание — закономерностей природы, то экологическое образование необходимо для формирования подлинного человеческого отношения к природе, определения допустимой меры ее преобразования, усвоения специфических социоприродных закономерностей и нормативов поведения — всего того, что дает возможность для дальнейшего существования и развития человечества.

Особое значение следует придавать экологическому образованию в нашей стране, поскольку, как отмечал еще Н. А. Бердяев, «в судьбе России огромное значение имели факторы географические, ее положение на земле, ее необъятные пространства» [52, с. 279]. Однако почти все социально-экономические реформы, предпринятые в истории России, должным образом не учитывали и не учитывают ее культурные, природные и экологические особенности. Не здесь ли скрыты причины их фатальных неудач?

Нужно понять, что Россия — не только самая большая и богатая горючими ресурсами, но и самая холодная страна в мире, где вечная мерзлота охватывает более половины территории, где доминирует преимущественно экстремальная экологическая среда, где рождаемость носит неустойчивый характер и в последние годы катастрофически падает. В ближайшей перспективе уменьшение плотности населения (особенно в восточных регионах) может вызвать сложные геополитические проблемы. Этого факта уже достаточно для того, чтобы, не оглядываясь на предметную структуру образования, принятую в других странах, незамедлительно ввести непрерывное экологическое образование в России.

В целом стратегия образования для устойчивого развития ориентирует на правовое обрамление данного процесса; обоснование для каждого уровня и направления образования соответствующих целей, содержательных линий; разработку и применение адекватных целям и планируемым результатам педагогических методов и технологий; необходимость разработки системы индикаторов, отражающих меру соответствия различных уровней и направлений образования интересам устойчивого развития, а также на всесторонний контроль и эффективное управление качеством образования.

Методология реализации образования для устойчивого развития предполагает формирование гражданского общества, социального партнерства, выравнивание диспропорций в различных областях общественной жизни и устранение расслоения в социально-экономической сфере; создание толерантного духовного климата в обществе и др.

Проведение Декады образования для устойчивого развития обусловило понимание того, что «конструирование» устойчивого будущего связано с ценностно-мировоззренческими установками общества, человеческими качествами жителей нашей планеты, с показателями социального капитала, которые формируются системой образования и просвещения;

что преподавание философии и культурологии на различных уровнях образования обогащает духовный климат общества, его нравственные основания; что инновации в науке и технологии могут создать новые возможности для гармонизации социального и экологического развития, перехода к зеленой экономике; что образование должно опираться на такие традиции классического образования, как фундаментальность, всесторонность, междисциплинарность, непрерывность, гуманистичность, и исходить из целостного подхода к человеку, обществу и природе, и, наконец, что нельзя игнорировать взаимосвязи между экологическими, социальными, экономическими и культурными аспектами действительности.

Вместе с тем, несмотря на осознание важности реформирования образования в интересах устойчивого развития, данный процесс носит противоречивый характер. Это связано как с социально-политическими, экономическими, так и научно-педагогическими и методологическими обстоятельствами. Например, такие глобальные тенденции, как неравномерность характера народонаселения в мире, сохранение и увеличение различий в его качественных и количественных показателях, усиление противостояния развитых и развивающихся стран, возрастание национализма и фундаментализма, и некоторые другие не содействуют реформированию образования в интересах устойчивого развития.

Стали очевидными и научно-педагогические проблемы. Образование для устойчивого развития ориентировано на будущее, тогда как педагогические методы связаны с усвоением знаний, отражающих реальные связи и отношения в природной и социальной среде. Будущее всегда в той или иной степени неопределенно. И его размытые контуры, расплывчатое содержание трудно представить в качестве основы образования. Данное противоречие определяет необходимость разработки принципиально новых педагогических технологий, нацеленных на видение будущего.

2. Политические и правовые предпосылки устойчивого развития

Переход к устойчивому развитию — это целенаправленное совершенствование социальных процессов на основе принципов экологизации и гуманизации всех сфер жизни общества, системообразующим и управляющим фактором которого могут и должны стать в условиях цивилизованного общества политика и право. Политика (др.-греч. πολιτική — искусство управления государством) — это особая деятельность, регулирующая отношения между различными социальными группами и классами в целях сохранения установившегося в обществе порядка. Исторически политика главной своей задачей ставила создание благоприятных условий для реализации определенной власти.

Экономические интересы общества выступают основной причиной политических действий. Политика, в свою очередь, оказывает обратное влияние на развитие экономики, зачастую способствуя возникновению новой экономики. Реализация определенной политики немыслима без соответствующей политической власти, куда входят государственный аппарат, политические партии, профсоюзы и другие общественные организации. Сохранение существующей власти предполагает ведение двуединой внутренней и внешней политики. Если первая призвана контролировать социально-экономические и иные процессы внутри страны и управлять ими, то вторая должна обеспечивать выполнение этих задач посредством создания благоприятных внешнеполитических и межгосударственных отношений.

Политика в современном мире должна опираться на данные и положения науки, соответствовать высшим критериям нравственности. Сегодня уже очевидно, что она обязана учитывать не только социальные, культурные и экономические запросы людей, но и их экологические потребности. Ведь если вода,

воздух и пища отравлены, все политические проблемы теряют смысл! Состояние природной среды вызывает повышенный интерес и озабоченность населения практически во всех регионах планеты. В развитых странах экологические вопросы стоят на первом месте в списке национальных приоритетов. Ухудшение качества среды обитания ведет к обострению социальных противоречий, обусловливает рост напряженности в социальной сфере. Экологические проблемы нередко способствуют углублению социальной несправедливости в современном обществе. Пользование благами экологически чистой среды нередко превращается в привилегию более зажиточных слоев и более развитых государств.

Истощение биосферных ресурсов, накопление многообразных типов загрязнений в природной среде и связанный с этим рост заболеваемости и смертности породили необходимость обеспечения экологической безопасности отдельных государств и человечества в целом. Особое значение сегодня приобретает экологический аспект проблемы обеспечения национальной безопасности и сохранения суверенитета государства. Экологическая проблема и ее социально-политические последствия — экологические беженцы, обострение социальной напряженности в зоне экологического бедствия — дестабилизируют жизнь общества и государства. Во многих странах мира концепцию национальной безопасности ныне рассматривают с обязательным учетом экологической составляющей.

Эти обстоятельства предопределяют повышенный интерес политических партий к вопросам экологии. Сегодня ни одна из них, добиваясь победы на выборах, не может не прислушаться к экологическим требованиям населения. В программные документы политических партий в обязательном порядке включаются положения, посвященные их позициям по экологическим вопросам. Составная часть национальной и мировой политики — вопрос обеспечения экологической безопасности.

Экологическая политика (экополитика) представляет собой универсальную социальную технологию, направленную на обеспечение экологической безопасности общества и государства. В идеале экополитика должна быть целостной и сбалансированной стратегией природопользования и охраны окружающей среды, важнейшим инструментом стабилизации, обеспечения выживания и устойчивого развития государств, экологизации техники и всей человеческой деятельности.

Таким образом, экополитика — это целенаправленная деятельность по обеспечению рационального использования природных ресурсов, минимизации загрязнения и отходов и сохранению жизнеобразующих функций биосферы [53].

Объекты экополитики [54]: природопользование (использование природных ресурсов), охрана окружающей среды, институты экополитики (субъекты, структуры, органы управления), инструменты экополитики (средства, технологии), индикаторы экополитики (показатели), уровни экополитики (глобальный, международный, национальный (в т. ч. государственный), региональный, местный (локальный), отраслевой, корпоративный (корпорации, предприятия), общественный (неправительственные организации, группы и т. п.), семейный (родовой, клановый), личный (индивидуальный)).

В целом экологическая политика России отражена в Конституции Российской Федерации, в экологическом законодательстве (Федеральный закон «Об охране окружающей среды» [55]) и других действующих национальных правовых актах, в т. ч. в «Экологической доктрине Российской Федерации» [56].

Под государственной (национальной) экополитикой понимается политика государства в сфере отношений общества с окружающей средой. Данный уровень экологической политики получил значительное развитие, однако эффективность государственных (национальных) экополитик в конкретных странах существенно различается по качеству и результатам реализации. Важное значение имеет местная экополитика на локальном и муниципальном уровнях.

Отраслевая экополитика — чрезвычайно важное направление. Многие отрасли, секторы экономики служат прямыми источниками конкретных экопроблем.

Политическая экология придает особое значение демократизации общественной жизни и свободе слова, доступности достоверной экологической информации. Снятие всяких ограничений на информацию относительно состояния природной среды создает реальные предпосылки для выбора альтернативных путей преобразования природы.

Осознание широкими слоями населения важности экологических потребностей и популяризация экологических знаний обусловили появление массовых экологических движений. Распространение их идей во многом определяет сегодня политические процессы в мире, влияет на деятельность государственных организаций, традиционных политических партий и профсоюзов. Экологические движения можно отнести к альтернативным движениям, выступающим за поиск новых форм организации жизни. В последние десятилетия они оказали значительное влияние на политику отдельных стран. Многие традиционные партии переняли лозунги зеленых.

В целом современное экологическое движение организационно оформлено и активно политизируется. В большинстве развитых государств существуют партии зеленых, а их представители входят в состав многих национальных парламентов.

Основные политические принципы, общие для партий зеленых: первостепенное внимание к причинам и конкретным проявлениям экологических проблем, борьба за всеобщее разоружение, поддержка демократических путей развития в различных сферах общественной жизни, пропаганда положений экологической этики и культуры, содействие развитию зеленой экономики, альтернативных видов энергетики и технологии.

Происходит объединение зеленых в интернациональные организации. Хорошо известна деятельность экологической организации «Гринпис», устраивающей достаточно действенные акции протеста.

Возрастает роль экологического фактора и в международной политике, что связано с необходимостью сотрудничества мирового сообщества в решении и глобальных, и региональных проявлений экологической проблемы.

Центральное место в политической экологии занимают межгосударственные противоречия и конфликты, связанные с трансграничным переносом загрязняющих веществ (воздушным путем, реками и т. д.); промышленными авариями, наносящими ущерб природной среде соседних стран; использованием ресурсов, принадлежащих всему человечеству (ресурсы ближнего космоса, Мирового океана, Антарктиды и др.), а также с военной деятельностью (испытания оружия, учения, боевые действия и т. п.).

Политическая экология исследует опосредованное влияние состояния природной среды на политические процессы. Усугубление экологических противоречий на местах способствует повышению ответственности людей за будущее, содействует их участию в принятии политических решений.

Экологизация и гуманизация общественного сознания в целом и политического в частности содействуют вовлечению институтов публичной власти в решение экологической проблемы. В связи с этим особое значение приобретает экологическое право, в рамках которого опосредованно, через охрану и рациональное использование природных ресурсов, реализуются принципы правовой защищенности экосистем, правового равенства и свободы человека. Право в данном случае создает нормативную базу для разработки и принятия решений на всех уровнях власти. Политические решения в условиях

демократического общества могут быть аргументированы законами, учитывающими как потребности общества, так и состояние окружающей среды.

Право — это совокупность определенным образом устанавливаемых и охраняемых государственной властью норм, регулирующих отношения людей в обществе. Возникновение и права, и государства связано с переходом общества в цивилизованную форму существования. В первобытном обществе отношения между людьми регулировались посредством норм, т. е. обычаев, основанных на естественной необходимости. На первых же стадиях цивилизации понадобились законы, четко формулирующие эти нормы, и строгое их соблюдение. С признанием права как формы общественных отношений, как общезначимых и равных для всех масштаба и меры отрицаются произвол и привилегии. Посредством законов право устанавливает и структурирует пределы достигнутой свободы, границы между свободой и несвободой индивидов. Оно справедливо по определению, поскольку справедливость выражает общезначимую правильность, а это означает всеобщую правомерность.

Справедливость может рассматриваться как самосознание, самовыражение и самооценка права. Здесь требуется уточнение соотношения правовой справедливости с другими (не правовыми) принципами, такими, например, как моральные, нравственные, религиозные и т. д. Применяя подобные принципы к справедливости, мы сталкиваемся с изменением ее сущности, поскольку она наполняется произвольным содержанием, становится субъективной, лишается такой составляющей, как правовая всеобщность, перестает быть равнозначимой для всех. При этом право не игнорирует эти и подобные принципы и притязания. Напротив, не сливаясь с ними, справедливость, будучи всеобщим правовым началом, оценивает их формально равным, а потому одинаково справедливым для всех правовым

масштабом. В правовом пространстве именно правовая справедливость выступает критерием правомерности или неправомерности всех прочих претензий на роль и место справедливости. Эти принципы, при всем историческом многообразии и различии применения, имеют универсальное значение для всех типов и форм права и выражают специфику и отличительную особенность правового способа регулирования общественных отношений свободных индивидов.

Право в виде законов продолжительное время существовало как придаток, продолжение государственной власти. Государство устанавливало законы и обеспечивало проведение их в жизнь.

Право получает полное развитие и действительно выполняет свою роль только в условиях демократии, когда утверждается верховенство права; оно возвышается над государственной властью, т. е. возникает правовое государство. К числу важнейших отличительных признаков правового государства относятся верховенство закона, реальность прав и свобод индивидов, организация и функционирование суверенной государственной власти на основе принципа разделения властей на законодательную, исполнительную и судебную.

Право в условиях демократического общества связывает и подчиняет себе государственную власть, получает глубокое обоснование и закрепляется в конституции страны, объединяется с независимым и сильным правосудием.

Значительное влияние на формирование представлений правовой государственности оказали правовые идеи Древней Греции и Рима, античный опыт демократии. Символическим выражением справедливой государственной власти в античном мире был образ богини права и законного порядка Фемиды (с повязкой на глазах, с мечом и весами правосудия), олицетворяющей единение силы и права (охраняемый богиней правопорядок в равной мере обязателен для всех).

Сам термин «правовое государство» (нем. *Rechtsstaat*) утвердился в литературе с первой трети XIX в. Однако разнообразные учения, выражавшие смысл правовой государственности, стали формироваться в Новое время. Они развивались на фоне критики феодального произвола и беззаконий, утверждения идей гуманизма и прав человека.

Исторически отношение к идеям правового государства было различным. Наибольшим радикализмом отличалась критика со стороны русского философа и идеолога анархизма князя Петра Кропоткина. Он уловил определенные противоречия между концепциями прав человека и правового государства. В свете концепции устойчивого развития становится очевидным, что идеи либерализма, ценности правового государства должны соответствовать идеям гармоничного развития общества и природы.

Международная комиссия ООН по окружающей среде и развитию (МКОСР) разработала и предложила всем странам мира свод правовых принципов охраны окружающей среды и устойчивого развития [57].

Основное право человека. Все люди имеют право на окружающую среду, благоприятную для их здоровья и благополучия.

Равенство прав поколений. Государства охраняют и используют окружающую среду и природные ресурсы в интересах нынешнего и будущих поколений; поддерживают экосистемы и экологические процессы, необходимые для функционирования биосферы, а также биологическое разнообразие; соблюдают принцип обеспечения оптимальной устойчивой продуктивности. Государства устанавливают соответствующие нормы охраны окружающей среды, реализуют мониторинг изменений ее качества и использования ресурсов, а также публикуют соответствующие данные. Они осуществляют предварительные экологические оценки или требуют их исполнения в связи

с предлагаемыми видами деятельности, которые могут в значительной мере повлиять на окружающую среду или на использование каких-либо видов природных ресурсов.

Предварительное уведомление. Государства своевременно информируют всех лиц, кого может в значительной мере коснуться запланированная деятельность, обеспечивая им доступ к информации и должную процедуру в административных и судебных делах.

Устойчивое развитие и помощь. Государства создают условия, при которых сохранение окружающей среды рассматривается как неотъемлемая часть планирования их развития, и оказывают помощь другим странам, особенно развивающимся, в целях поддержки деятельности по охране окружающей среды и устойчивому развитию.

Сотрудничество. Государства проявляют добрую волю к сотрудничеству с другими государствами, направленному на реализацию указанных выше прав и обязанностей.

Следует особо отметить, что одно из условий перехода к устойчивому развитию — видоизменение права с сохранением его универсальных принципов, о которых речь шла выше. Решить, в частности, современные социально-экономические и экологические проблемы можно только при корректировке оснований, содержания, структуры и функций права, которое призвано играть определяющую роль в обеспечении благоприятной природной среды для человека. В условиях правового государства оно придает некоторым жизненно важным отношениям в системе *общество — природа* нормативный, обязательный характер.

Регулирование экологических (равно как и общественных) отношений с помощью права должно начинаться с принятия обоснованных законов. В экологическом праве личность рассматривается, с одной стороны, как субъект хозяйственной деятельности, воздействующий на природную среду, несущий за это ответственность, с другой — как объект

такого воздействия, обладающий правами по предотвращению и возмещению экологического вреда. При этом право граждан на окружающую природную среду определяется двумя основными положениями: экологическим воспитанием и образованием (от уровня экологической подготовки служащих будет зависеть их назначение на ту или иную должность) и государственной гарантией (страхование граждан, образование государственных и общественных фондов, контроль и наблюдение за состоянием природной среды, содействие исполнительных органов гражданам в реализации их экологических прав и обязанностей).

Права граждан включают:

– возможность получения достоверной информации о состоянии природной среды и мерах по ее охране;
– требования об отмене решения о размещении, строительстве и эксплуатации экологически вредных объектов;
– привлечение к ответственности лиц, виновных в экологических правонарушениях.

Исполнение экологических законов обеспечивается всей системой государственных органов, организацией экологической экспертизы, образованием охраняемых территорий и объектов. Последние создают природно-заповедный фонд, куда включаются биосферные заповедники, заказники, национальные природные парки, памятники природы, редкие или находящиеся под угрозой исчезновения растения и животные, которые вносятся в Красную книгу.

Все это вызывает необходимость изменения позитивного права, приведения нормативной базы в соответствие с требованиями по обеспечению равенства, свободы и безопасности индивида и общества не только в современных условиях, но и в будущем. В целом следует создать ориентированную на будущее правовую программу взаимоотношений между обществом, природой и индивидом, где должны быть

реализованы социальная, аксиологическая и экологическая функции права. И если первые две функции — традиционные, то экологическая составляющая обусловлена, с одной стороны, глобальной проблематикой современности, а с другой — приоритетами будущего.

Такие правовые институты, как гражданское общество, правовое государство, комплекс прав человека и гражданина, служат фундаментальными предпосылками перехода общества к устойчивому развитию.

Очевидно, что в институте прав человека сосуществуют две группы противоречий. Первая связана с внутренними процессами и ее можно определить как противоречие между свободой и ответственностью. Вторая группа носит внешний характер и включает в себя противоречия между правами человека и национальной безопасностью. Сегодня эти противоречия приобретают глобальный масштаб. Для их разрешения обратимся к экологическому и гуманистическому подходам.

Институт прав человека может стать социокультурным основанием для формирования новой системы ценностей, так как принципы, заложенные в нем, имеют универсальный и общечеловеческий характер. Естественно-правовая доктрина была порождена как ответ на вызов обществу и индивиду со стороны государства. Провозглашая естественными, т. е. неотчуждаемыми, права человека на жизнь, свободу и стремление к счастью и закрепляя их юридически, общество перешло в качественно новый статус и стало гражданским. Права человека — это связующее звено, соединяющее гражданское общество (с его ярко выраженной социальной функцией) и государство, формирующее его правовую составляющую.

Институт прав человека имеет многовековую историю, в которой были периоды и восторженного поклонения, и лицемерного игнорирования. В современном мире соблюдение прав человека — один из важнейших индикаторов социально-политического и экономического здоровья общества.

Устойчивое развитие предполагает и соответствующее развитие всех сфер жизни общества. Право в данном случае выступает в роли регулятивного фактора. Только правовые нормы, общеобязательные в цивилизованном государстве и обществе, могут скоординировать и упорядочить деятельность и интересы людей. Это касается не только правовой системы отдельных государств, но и международного права. Таким образом, право призвано институционализировать процесс перехода к устойчивому развитию.

Следует отметить, что крупные природопреобразующие проекты не могут приниматься на уровне только властных структур, а должны быть вынесены на референдум, так как затрагивают интересы всего общества. Право в данном случае призвано согласовать противоположные интересы разных социальных групп. С помощью этих институтов политика реализует свои разнообразные функции — регулятивную, инновационную, институциональную, рационализаторскую. При этом, однако, важно учитывать, что политика должна подчиняться не только праву, но и морали.

3. Социальное партнерство в решении экологических проблем

Экологические проблемы имеют под собой объективные и субъективные основания. Объективные основания связаны с неизбежностью противоречий в системе *общество — природа* (поскольку общество может существовать и развиваться только за счет определенного освоения природы, ее ресурсов), субъективные — с возрастанием потребностей людей, темпов и масштабов человеческой деятельности, усилением технической вооруженности человека. В сложившихся условиях сохранить жизненно важные параметры биосферы можно только посредством современной науки, парадигмы устойчивого развития, экологизации различных сфер общественного сознания,

должного реформирования системы воспитания и образования, развертывания соответствующей компенсирующей, экологической деятельности на различных уровнях (глобальном, региональном и локальном). Эти беспрецедентные действия могут быть реализованы при соответствующей воле людей и адекватной социальной организации. Именно в данном контексте следует рассматривать роль института социального партнерства в решении экологических проблем.

Таким образом, должные организационные условия, особенности их формирования служат предпосылкой эффективного решения экологических проблем. Эти условия напрямую зависят от политической системы общества, особенностей его культуры. В гражданском обществе, развитом правовом государстве исключительную ценность в решении экологических проблем приобретает социальное партнерство. Здесь отчетливо проявляются уровень доверия и взаимопонимания между людьми, мера социального капитала общества [58].

Социальное партнерство — это способ объединения усилий государственных структур, бизнеса и общественных организаций на различных уровнях (локальном, региональном и глобальном) в целях эффективного решения комплексных проблем, возникающих в различных сферах жизнедеятельности общества. В данном случае социальное партнерство выступает как методология организации предпосылок и условий для решения экологических проблем. Оно предстает как система общественных отношений, обеспечивающая согласование интересов различных социальных групп, органов государственной власти и местного самоуправления по важнейшим направлениям социального, экономического, технологического и культурного развития. Социальное партнерство обычно трактуется как взаимодействие государства, бизнеса и наемного труда, призванное упорядочить их отношения при соблюдении интересов отдельного человека и общества в целом.

В этом плане социальное партнерство — это способ консолидации и гармонизации социальных, экономических, экологических и иных связей людей в целях эффективного решения проблем, возникающих в различных сферах жизнедеятельности общества [59].

Социальное партнерство широко раскрывает сущность человека, эволюцию его выживания, перипетии общественного развития. Оно восходит к коллективизму, имманентно присущему человеку, является одним из фундаментальных показателей его бытия, определяющих особенности его поведения и деятельности в различные эпохи [60]. Среди других существенных предпосылок социального партнерства можно выделить свойственные человеку врожденные моральные качества, наличие языка и способность к усвоению других языков, умение различать добродетели и пороки, устанавливать логические связи между разнообразными идеями и др.

Определяя причину экологических проблем, мы неизбежно выходим на проблему человека, на ценностно-мировоззренческие установки эпохи, социально-экономические особенности развития общества, на уровень знаний о закономерностях биосферы, техносферы, взаимоотношений общества и природы. Человечество, учитывая уроки экологических последствий, вступило на путь систематического познания экологических основ своей жизнедеятельности и разумной ее организации. Анализ экологических проблем свидетельствует о том, что обеспеченность биологического существования человечества на нынешней стадии развития цивилизации во многом зависит от совершенствования различных граней человеческой натуры. Когда речь идет об искусстве действовать в рамках возможного, акцент должен делаться не только на интенсивном развитии новых направлений науки, методов, подходов, позволяющих отображать и прогнозировать сложную динамику экологических процессов, оптимально осваивать природную

действительность, развивать экологически приемлемую экономику, техносферу и т. д., но и на совершенствовании моральных установок человека и общества.

Современный человек логикой собственной деятельности погружен в стихию острейших проблем, затрагивающих судьбы и нынешнего, и будущих поколений людей. Острые противоречия исторического процесса сделали современное общество предельно сложным и запутанным, затруднили бытие человека в нем. Глобализация стерла границы между континентами и регионами мира. Экономические, политические, культурные и научно-технические связи пронизали собою весь мир. Благодаря современным средствам коммуникации (телевидение, спутники связи, информационная сеть) людям разных стран стало проще общаться друг с другом. Стал мобильнее и сам человек, теперь он может в кратчайшие сроки пересекать океаны и континенты. Все это позволяет обмениваться достижениями и мнениями, консолидировать все самое передовое и совершенное, созданное человечеством. Транснациональные компании, средства транспорта и связи способствуют экономическому, политическому и культурному единению мира. Сегодня мы с полным основанием можем говорить о *едином человечестве.*

Однако с формированием мегаобщества обострились насилие и агрессия по отношению к природе. Причина варварства коренится в самой природе человека. С самого начала доступной нам истории цивилизация, как известно, не в состоянии была уничтожить инстинкт агрессивности человека [24].

Для людей, вместе с тем, всегда были характерны коллективизм и взаимопомощь [60]. Этот феномен раскрывает одну из сторон его сущности, эволюцию его выживания, перипетии общественного развития. Как показывают специальные исследования, основанные на анализе фактических данных по этологии, археологии, этнографии и т. д., коллективизм

производства, потребления и другие подобные явления возникли еще в животном сообществе, в стаде. Так, Л. А. Файнберг отмечает, что «биологические предпосылки в групповой организации и поведении животных, особенно обезьян, ведущих наземный образ жизни, и в первую очередь антропоидов, сыграли положительную роль в возникновении социальной организации формирующихся людей. Эти предпосылки облегчили развитие под воздействием социальных факторов и, прежде всего, трудовой охотничьей деятельности, таких институтов и норм поведения складывающегося общества, как коллективизм производства и потребления…» [61, с. 72].

Таким образом, в ходе освоения природы достижение той или иной цели было возможным лишь на основе коллективных усилий. Люди вступали в определенные связи и отношения, и только в рамках этих общественных связей и отношений имело место производство. Можно предположить, что именно данное обстоятельство сыграло ведущую роль в эволюции человека.

В основе социального поведения людей лежат некоторые фундаментальные характеристики. Это продолжительный период обучения, большие возможности для накопления информации и приобретения жизненного опыта; кооперация между индивидуумами. Одна из форм кооперации в человеческом обществе — способность делиться пищей — относится к ключевым человеческим характеристикам. Возникновение охоты открыло более высокий уровень кооперации и послужило стимулом для развития языка и социальных связей [62].

Основной способ социальной коммуникации — язык (обобщенное использование звука в качестве символа) — отражается и в других способах человеческого общения (музыка, литература) и служит базой его поведения [63]. Способность создавать в голове и в предметном мире символы, которые моделировали бы прошлый опыт, текущие понятия и будущие решения, образуют основу поведения и культуры современного человека.

Биологическое и социальное взаимодействуют в физическом и психическом развитии человека. Биологическое — первично, оно — начало и предпосылка развития социального, т. к. появляется раньше, в фило- и онтогенезе. Человек, становясь социальным, не перестает быть биологическим существом. В силу своей биологической неспециализированности, он, в отличие от животных, не замкнут окружающей средой, открыт миру. Выпав из надежных форм животного существования, человек оказался перед необходимостью самому определить себя. Для своего сохранения он должен был создать новую среду. Иначе говоря, исходное биологическое положение человека предопределило его деятельную и культурную среду.

Следует отметить, что социальное партнерство есть высшая форма социальной интеракции (взаимодействия), истоки которой во многом формируются в детстве, в результате семейного воспитания. Так, в семье ребенок учится не только взаимоотношениям. Его нравственное, этическое и социальное развитие проходит также в семье. Она является местом взаимных обязательств, составляющих непрерывную школу обучения. Семейное воспитание может настроить человека на открытость, коммуникабельность, ответственность, что так необходимо для социального партнерства. Перманентные семейные взаимоотношения служат моделью для формирования преданности, доверия. Создание благоприятной среды для укрепления семейных ценностей и воспитания детей в целом — государственная, общенациональная задача. От этого зависит будущее страны, ее духовный и интеллектуальный потенциал. Извечный вопрос о смысле жизни непосредственно связан с воспитанием подрастающего поколения.

Каждая культура внесла свою лепту в понимание места и роли семьи, развитие методов воспитания, предпосылок и условий социализации ребенка. Квинтэссенцией этого сложного исторического процесса можно считать формирование

общепризнанных установок гуманизма, ненасилия, толерантности, осознание самоценности и уникальности каждого человека.

Во второй половине XX в. возникновение экологических проблем обусловило необходимость проявления бережного отношения к естественным предпосылкам существования человека, природной среде, ресурсам биосферы, что, безусловно, обогатило нравственный климат общества. Все более очевидным становится тот факт, что нравственные качества людей определяют не только духовный климат настоящего времени, но и будущее человечества, перспективы его развития. На это, в частности, обратил особое внимание А. Печчеи. Он неизменно подчеркивал: «Наиболее важным, от чего зависит судьба человечества, являются человеческие качества — и не качества отдельных элитарных групп, а именно “средние” качества миллиардов жителей планеты» [64, с. 45].

Однако от нравственных требований, предъявляемых к обществу и личности, до соответствия им — дистанция огромного размера. Вот почему следует целенаправленно использовать и сочетать в сфере воспитания, формирования семейных ценностей национальные традиции. Замечательными образцами семейного воспитания пронизана культура народов России. Признанная во всем мире классическая русская литература — кладезь гуманистических ценностей. В пределах России нетрудно выделить и различные, довольно устойчивые региональные черты, что особенно значимо для страны с ее неповторимым природным, а также социальным, этническим и конфессиональным своеобразием.

Следует подчеркнуть, что бурное развитие средств коммуникации способствует формированию единого мирового информационного пространства, обусловливающего интенсивное взаимодействие ценностей различных культур. И это обстоятельство нельзя не учитывать в воспитательной сфере.

Беспрецедентная актуализация социального партнерства в наше время связана с целым рядом факторов. Это, прежде всего, развертывание гражданского общества; обострение глобальных проблем; возрастание роли морали, духовных факторов в глобализирующемся мире; замещение традиционного труда высокими технологиями, основанными на новых знаниях; понимание роли неисчерпаемого эвристического потенциала социального взаимодействия, социальной коммуникации в оптимальном решении сложнейших проблем. Социальное партнерство сегодня выходит на передний план в таких областях, как образование, экономика, технология, энергетика, космонавтика, культура и здравоохранение.

В условиях гражданского общества социальное партнерство становится одним из индикаторов и действенных способов социально-экономического развития, ориентированного на человека и сохранение предпосылок его жизнедеятельности. Благодаря ему происходит диффузия рыночной экономики в социально ориентированную. Социальное партнерство отчасти преодолевает опасную дифференциацию и расслоение общества, ограниченный экономический, финансовый детерминизм; нейтрализует поверхностный прагматизм, перекидывает мост сотрудничества между различными слоями и структурами общества [58].

Развитие мирового сообщества показывает, что оно движется от экономики, основанной на стихии рынка, к экономике, которая носит не столько плановый, сколько социально согласованный характер. Происходит своего рода замещение «экономизированных» ценностей культуры «социализированными». Снимаются жесткие границы между отдельными социальными структурами, производством, наукой, образованием, досугом. В итоге формируется новая, гуманизированная социальная организация, конкретизирующая наши абстрактные представления о гражданском обществе.

Как показывает опыт, возможны различные модели социального партнерства. Ныне идет интенсивный процесс его институционализации, правового регулирования социальных отношений. В целом основаниями социального партнерства сегодня выступают этнические, экологические, духовные, религиозные, экономические, ценностно-мировоззренческие, военно-патриотические, корпоративные и другие факторы.

Очевидно, что социальное партнерство неявно нацелено на преодоление в общественном сознании доминирующего рационализма, который связан как с развитием науки, так и со становлением капиталистической формации. Дело в том, что социально-экономические отношения, сложившиеся в мире после XVII в., были основаны на конкуренции и в первую очередь стимулировали развитие отраслей, приносивших прибыль. Обогащение, как считал Бертран Рассел, — «главный двигатель капиталистической системы» [65, с. 117]. Прогресс в этой системе ценностей представляет собой конкурентоспособность в самых различных областях.

Вместе с тем при такой ценностно-мировоззренческой установке нравственная, духовная составляющая человеческой личности сужается или отходит на второй план. Стремление к успеху, благополучию и выгоде начинает пронизывать основные нравственные ценности. Дальнейшему проникновению рационалистических традиций в различные пласты культуры способствовали усложнение жизни, трансформация социально-экономических, политических и технологических структур, а также необходимость поиска общих оснований для адекватного понимания происходящих процессов.

Социальное партнерство играет интегративную роль в решении экологических проблем. Возникли его международные формы, нацеленные на разрешение экологических проблем, связанных с освоением космоса, сохранением биосферы, естественно-природными катастрофами, изменением климата, обеспечением благоприятного качества жизни и здоровья людей.

И здесь значение социального партнерства не в последнюю очередь связано с тем, что сегодня нет экологически приемлемого альтернативного метода, который можно было бы применить для систематической оценки «компромиссов» в мире различных и часто конфликтующих потребностей и желаний. Для оптимального решения вопросов социального развития, прямо или косвенно затрагивающих экологические или другие общественные блага, следует модифицировать традиционные методы и подходы.

По своей сущности социальное партнерство нацелено на формирование консенсуса, гражданского мира в обществе, на снижение напряженности во взаимоотношениях между различными социальными группами, слоями; на политическую консолидацию органов власти всех уровней и органов местного самоуправления. Политика социального партнерства способствует развитию и углублению демократии, утверждению цивилизованных форм согласования многообразных интересов различных социальных групп, слоев и классов, формированию открытого демократического, гражданского общества. Все это создает необходимую субъективную основу для решения экологических проблем.

4. Гармонизация экономики и экологии: становление зеленой экономики

Непосредственной предпосылкой решения экологических проблем, перехода современного общества к устойчивому развитию служит гармонизация экономического и экологического развития. На конференции ООН по устойчивому развитию «Рио+20», как уже отмечалось, внимание было обращено на то, что традиционная модель экономического развития потеряла свою эффективность и человечество должно вступить в эпоху зеленой экономики. Согласно Программе ООН по окружающей среде и развитию (ЮНЕП), зеленая экономика призвана повысить благосостояние людей и обеспечить социальную

справедливость, при этом существенно снизить риски для окружающей среды и предотвратить ее обеднение. Другими словами, зеленая экономика — это экономика с минимальными отходами, эффективно использующая природные ресурсы и отвечающая интересам всего общества.

Экономика в современном понимании охватывает условия и формы производства и обмена товарами, а также способы их распределения и на первый взгляд не имеет отношения к экологии. Исторически она развивалась относительно независимо от экологических показателей. Однако связь между ними прослеживается уже в трактовках этих терминов. Экология в переводе с греческого означает учение о доме, а экономика — искусство ведения домашнего хозяйства. И действительно, экономика общества всегда зависела от природных ресурсов, их качества и доступности. Глубинная связь экономики и экологии проявилась, когда стало очевидным обратное воздействие измененной людьми природы (а не просто природы!) на человека, его хозяйство.

Современный экологический кризис — результат традиционной экономической политики. Непосредственной причиной экологического кризиса во многом послужила погоня за узко понимаемой прибылью, когда эксплуатируются не только рабочая сила, но и природные ресурсы, когда себестоимость продукции уменьшается за счет загрязнения среды. В рамках традиционной экономики природные и социальные факторы обычно рассматриваются в качестве экстерналий; в лучшем случае они считаются фиксированными и не анализируются в динамике. Так, с помощью такого универсального показателя, как ВВП, измеряют относительное благосостояние, но не учитывают социальные издержки и воздействие на природную среду. Согласно статистическим данным ООН, для поддержания текущего уровня жизни на планете Земля (при сохранении современных темпов прироста населения) к 2030 г. потребуется на 40 % больше энергии и на $^{1}/_{3}$ больше воды, чем сегодня.

В зеленой экономике цели производства должны определяться скорее принципами экологии и безопасными для здоровья людей условиями труда, нежели только законами прибыли. Это значит, что производство должно строиться на началах всеобщей пользы, а не утилитарной прибыли.

Использование различных природных ресурсов (а значит, и их истощение), а также определенное загрязнение среды неизбежны при любой экономической деятельности, непосредственно связанной с процессами производства и потребления. Так, количество угарного газа, попадающего в атмосферу, зависит от количества и качества топлива, сжигаемого в автомобильных двигателях различных типов, а загрязненной воды в озера и реки — от уровня производства стали, бумаги, тканей и т. д. Объем грязной воды в каждом случае определяется технологическими характеристиками конкретной отрасли.

Экономист не может изобрести новую технологию, однако в его силах объяснить или даже предсказать влияние изменений технологии на экологические последствия производства (уменьшение или увеличение загрязнения среды, использования природных ресурсов). Он обязан оценить влияние экологических последствий на цены различных товаров и услуг. Разные отрасли производства должны нести все расходы не только по используемым природным ресурсам, но и по устранению производимого ими загрязнения.

Для экологизации экономики необходимы изменения как в соотношении основных направлений общественного производства, так и в характере и культуре потребления населения.

Важнейшие условия экологизации экономики:

- наличие правовых и организационных оснований для рационального природопользования;
- формирование научно-технического потенциала для перевода экономики на природосберегающую основу;
- минимизация доли продукции конечного потребления «производство ради производства»;

– создание замкнутых производственных циклов;
– упорядочение системы учета производства продукции в целях более полного отражения в ней стоимости природных ресурсов.

Состояние природной среды определяют обычные потребители, предприниматели и фермеры. Следовательно, общество должно принять новую экономическую политику, опирающуюся на сотрудничество всех его слоев при принятии важных решений по созданию новых производств, использованию альтернативных ресурсов и т. п.

Устойчивое развитие требует постоянного расширения производства товаров и услуг для удовлетворения потребностей быстро растущего населения. Основой устойчивого развития поэтому должна стать система открытых конкурирующих рынков, цены которых отражают стоимость ресурсов. Вместе с тем необходима максимальная экологизация производственных процессов и потребления. Одними правительственными решениями реализовать все это невозможно, поскольку в производстве и потреблении участвуют миллиарды людей. Правительства должны создавать предпосылки и условия, в которых будет развиваться зеленая экономика.

Свободные рынки могут стать стимулом для достижения устойчивого развития. При объективных ценах на ресурсы конкурентная борьба заставит производителей экономить их. Если загрязнение природной среды будет отождествляться предпринимателями с ресурсами, потерянными для производства, то стремление снизить стоимость вынудит их уменьшить вредные отходы, чтобы сократить расходы на ликвидацию экологических последствий или выплату штрафов. Конкурентная борьба, присущая свободным рынкам, — основной фактор, способствующий созданию новых технологий, которые необходимы для более рационального использования ресурсов.

Важнейшая задача сегодня — определение способов включения экологических издержек в себестоимость продукции. Если в ценах на сырье и продукцию не будут заложены социальные издержки и не будет установлена стоимость используемых земельных ресурсов, воздуха и воды, которые зачастую служат бесплатными приёмниками отходов, ресурсы и дальше будут использоваться нерационально, а степень загрязнения окружающей среды будет возрастать.

В целом проблема гармонизации экономического и экологического развития имеет чрезвычайно сложный характер, требующий поиска нестандартных решений. Экономика и экология относятся к необходимым, но противоположным по своей ориентации компонентам социоприродных систем. Экономический прогресс исторически достигался за счет экологического регресса. В этих условиях перед наукой встает задача комплексного изучения не только их сущности, но и взаимоотношений в целях оптимизации совместного развития. С философской точки зрения это определение возможностей достижения «единства противоположностей», гармонии между «частями целого».

Следует сказать, что природные и людские ресурсы, уровень технических знаний, потребительские предпочтения и институциональная структура непосредственно определяют условия функционирования экономики. Традиционно экономическая наука, анализируя категории труда, капитала, роль научно-технического прогресса, оставляла без внимания основу хозяйственной деятельности — экологический фактор.

Диспропорции между бурным экономическим развитием общества и ускоряющейся деградацией окружающей природы стали объектом осмысления еще во второй половине XIX в. Об этом писали Ж.-Б. Ламарк, Э. Реклю, а позже, в начале XX в., — В. И. Вернадский. Показательны также высказывания таких российских мыслителей, как В. С. Соловьев и Н. А. Умов.

Так, В. С. Соловьев впервые глубоко проанализировал нравственный смысл экономического развития, Н. А. Умов старался привлечь внимание общественности к проблеме принципиальной ограниченности жизненного пространства в пределах Земли, а также ее ресурсов.

Гармонизация экономики и экологии невозможна без учета этических норм. Позиция русского философа В. С. Соловьева в этом вопросе основывалась на необходимости связать экономические отношения с началом добра, их нравственной организации [66]. Нацеленность экономической области на удовлетворение узко понимаемых материальных потребностей, без учета нравственной основы, абстрагирует ее от действительности, что в конечном итоге приводит к социальным бедствиям и усугублению экологических противоречий.

Идея нравственного труда тесно связана с отношением человека к природе. Труд должен не только соотноситься с нравственными требованиями, обеспечивать всем и каждому необходимые средства для достойного существования и всестороннего совершенствования, но и преобразовывать и одухотворять материальную природу. Поэтому в экономической области, по мнению Соловьева, должно появиться учреждение, где объективировалась бы «добродетель воздержания» и которое служило бы одухотворению материальной природы. Только одухотворенный, нравственный человек может ответственно относиться к природе.

В свое время К. Маркс дал глубокое обоснование взаимосвязи социальных и экономических аспектов общественного развития. Не вдаваясь в подробности его учения о неизбежности превращения частнокапиталистического производства в общественное, подчеркнем, что в изложенной им экономической теории достаточно много внимания было уделено естественным предпосылкам развития общества. Однако он не придал особого значения ограниченности адаптационных

возможностей природы Земли. Оптимизм экономического учения Маркса во многом обусловлен его представлением об относительной неисчерпаемости природных ресурсов Земли.

Русский ученый С. А. Подолинский в личной переписке с Марксом обратил его внимание на целесообразность анализа экономических процессов, трудовой деятельности с позиций физики, второго начала термодинамики. Подолинский отмечал, что труд есть деятельность, связанная с регулированием потоков энергии. Одни виды труда особенно эффективны для вовлечения энергии Солнца в хозяйство, другие — для ее сохранения и переработки. Иными словами, в совокупности человечество может обеспечить поток отрицательной энтропии, достаточный для устойчивого развития. Для этого трудовая теория стоимости должна быть дополнена энергетическим балансом — политэкономия должна соединиться с физикой. К сожалению, идеология неограниченного прогресса, которой придерживались классики марксизма, не позволила им с естественно-научных позиций проанализировать экономическую деятельность человека [67]. Был обойден, таким образом, чрезвычайно важный аспект во взаимодействии физики и экономики, составляющий ныне энергетическую основу социальной экологии.

Современные исследования, посвященные анализу двуединого развития экономики и экологии, начались в рамках глобалистики. Так, проблемы экологических ограничений были рассмотрены в докладе Римскому клубу «Пределы роста», развиты и уточнены в последующих докладах, например, М. Месаровича и Э. Пестеля [64]. Эта тема сохраняет актуальность и сегодня, хотя акцент с ресурсных пределов перенесен на ассимиляционные и восстановительные пределы биосферы. Она настолько многогранна, что остается открытым целый ряд вопросов. Так, в литературе нет однозначного ответа на ключевые вопросы: сочетаются ли устойчивое развитие и экономический рост? Имеет ли экологическая деятельность экономический смысл?

Фундаментальное значение в гармонизации экономики и экологии имеет характер индивидуальных и социальных потребностей. В последнее время стали говорить и об экологических потребностях — одних из наиболее древних и значимых для людей. Однако в полной мере их значимость начинает осознаваться лишь с наступлением экологической опасности. Действительно, люди всегда были обеспечены благоприятной средой обитания, адекватно приспособленной к возможностям их адаптации. Этот «автоматизм» позволял экологическим потребностям существовать в «свернутом» состоянии. Предпосылкой их актуализации послужило нарастание экологической опасности, выраженное в обострении противоречий во взаимодействии природы и общества. Именно ощущение процессуальных экологических противоречий порождает ныне экологические потребности и экологическую деятельность.

Понятие «экологические потребности» — сравнительно новое. А вот понятие «человеческие потребности» уходит своими корнями к философским концепциям древности. Современная теория потребностей развивает многие положения, обоснованные мыслителями античной, средневековой и последующих эпох, которые были солидарны в том, что природа не в состоянии удовлетворить многочисленные желания человека, и поэтому призывали к ограничению потребностей. Сегодня проблема изучения возможности безграничного роста человеческих потребностей в пределах биосферных ограничений — одна из наиболее актуальных и сложных.

Огромный вклад в разработку категории «потребность» внесла немецкая классическая философия, связав ее с такими понятиями, как «склонности», «интерес», «чувствуемое противоречие». Потребности постоянно «напоминают», что человек не оторван от окружающего его социального и природного мира.

Новый импульс дискуссиям по проблеме потребностей придало исследование ее целым рядом специалистов в области экологии. Традиционно являясь объектом философского, социологического, психологического, экономического, юридического анализа, она стала и объектом экологических разработок.

В единой иерархической системе потребностей статус экологических следует изменить — они должны перейти из подчиненного положения в доминирующее, способствующее развитию экологической деятельности (создание и поддержка такой среды обитания, которая нужна для воспроизводства человека). Экологические потребности не развиваются «параллельно» другим. Это одна из сфер проявления всего комплекса насущных потребностей. Однозначной связи между ростом загрязнения окружающей среды и степенью осознания этой опасности нет. Поэтому особое значение приобретают экологическая гласность, экологическая информированность населения, его просвещенность. Экологические потребности как ключевая категория концепции устойчивого развития должны быть институционализированы.

Объективность экологических потребностей обосновывается биосоциальной природой человека. Согласно этой точке зрения, возвышение потребностей (как социальных, духовных, так и материальных, биологических) рассматривается как закономерное. Заслуживает внимания и процесс развития экологических потребностей, качественные ступени которого связаны с основными этапами общественного развития. Общепризнано, что автоматическое удовлетворение экологических потребностей на ранних стадиях человеческого общества способствовало восприятию этого положения как должного, естественного.

Типология экологических потребностей осуществляется исходя из объективных, субъективных и деятельностных особенностей. Осознание личностью экологических потребностей связано не только с объективностью их существования,

но и с особенностями сознания личности. Для адекватного отображения мысленными конструкциями объективной реальности необходимы высокий культурный уровень личности и наличие у нее экологического сознания, сформировавшегося под воздействием экологического образования. Осознание экологических потребностей играет ключевую роль в решении экологической проблемы. Именно от этого зависит своевременное развитие тех или иных отраслей экологического производства, развертывание соответствующей экологической деятельности, понимание важности и фундаментальности экологической культуры и образования.

Сегодня уже очевидно, что преобразовательная деятельность людей должна быть сопряжена с адаптационной, без чего невозможно преодоление конфликта между обществом и природой и, следовательно, решение экологических проблем.

Однако стремление к экономии средств и ресурсов не всегда приводит к улучшению состояния окружающей среды. Справедливость, забота о будущих поколениях, предполагающая следование высоким требованиям гуманизма и солидарности, также не стали превалирующими в деятельности большей части человечества. Соответственно, достижение консенсуса при оценке ценности природных ресурсов часто наталкивается на непреодолимость различий этических, нравственных установок.

В концепции устойчивого развития предпринята попытка преодоления крайностей «неограниченного роста» и «ограничения роста», количественных и качественных показателей развития [47]. Содержательная емкость понятия «устойчивое развитие» обусловлена отражением современных тенденций интеграции различных областей знания. Неудивительно, что формулировка устойчивого развития получила в свой адрес многочисленные критические замечания и породила большое разнообразие альтернативных определений. Оно активно уточняется и дорабатывается, в результате чего

выкристаллизовывается универсальная базовая категория, вокруг которой создается система знаний о происходящих на планете и в регионах социальных, экономических, политических, экологических и других процессах, связанных с поддержанием и развитием жизни.

В числе основных идей концепции устойчивого развития относительно экономического роста можно выделить две. Первая подчеркивает необходимость экономического роста как такового, вторая — его качественного изменения. В основу роста должен быть положен принцип устойчивости. Экономическое развитие следует сопрягать с социальными и экологическими издержками, до сих пор игнорировавшимися.

Совмещение целей развития и экологических критериев в практике принятия решений потребует фундаментальных сдвигов в существующей системе — от разделения экономических, социальных и экологических факторов на уровнях планирования и управления, к учету экологических предпосылок при формировании политики по всем сферам жизнедеятельности человека. Для проведения экологической политики в жизнь необходима опора на правовую и регулирующую структуры, как национальную, так и международную.

Попытка гармонизации экологического и экономического развития в рамках концепции устойчивого развития породила, в свою очередь, две альтернативные версии: слабой устойчивости и сильной устойчивости. Первая из них сводит содержание устойчивости к концепции роста, выхолащивая ее инновационный смысл; вторая, напротив, адаптирует содержание роста к качественным показателям в соответствии с концепцией устойчивости.

Глобальное экологическое будущее в большей степени будет зависеть от того, насколько удастся избежать традиционных моделей роста, чтобы сделать его наименее опасным для окружающей среды, и добиться улучшений не только в экономической, но и в экологической и социальной сферах.

Концепция устойчивого развития, опираясь на возможности дальнейшего социально-экономического роста в пределах, ограниченных экологическим императивом, привела к становлению зеленой экономики, которая связана с разрабатываемым ранее (1960—70-е гг.) направлением экологии как науки об эколого-экономических системах. Экология рассматривалась как расширение объекта и предмета ресурсоведения, ресурсологии и природопользования. К одной из типичных экологических проблем относилась проблема экоразвития. Экологизация экономики сегодня понимается как обеспечение экологически безопасного природопользования и сохранение ресурсно-экологического равновесия путем снижения природоемкости производства и уменьшения его воздействия на биосферные процессы. Для экологизации экономики необходимы развитие ресурсосберегающих технологий и снижение доли экологически «грязных» производств, повышение эффективности государственного экологического контроля и экспертизы, экологический мониторинг.

Итак, экономическое развитие — многофакторный процесс, во многом определяющий и отражающий эволюцию общества, его духовную и материальную культуру, уровень и качество жизни людей. Экономическое развитие все больше зависит от экологических границ, определяемых мерой биосферных процессов. В качестве системообразующего фактора экономического развития в ближайшее время выступят экологические потребности и интересы людей. Зеленая экономика в этом отношении должна стать основой экономического развития общества. Экологическая проблематика по-новому высветила не только правовые и социальные вопросы экономического развития, но и его нравственные нормы. Представляется, что рассмотрение нравственных аспектов экономического развития может существенно дополнить современные институционально-эволюционные теории, ибо это во многом будет

содействовать пониманию координации и сотрудничества между людьми в экономической сфере. Необходимые условия экологизации экономики и становления зеленой экономики — принятие, конкретизация, распространение идей устойчивого развития на различных уровнях, консолидация общества на основе идеалов демократии и гуманизма, формирование правового государства, способного оберегать права человека и сохранность биосферы.

5. Экологическая парадигма развития науки

Обострение глобальной экологической ситуации в современном мире вызвало переосмысление целей и задач науки. Стало очевидным, что она призвана определить теоретические основания новой, экологической цивилизации, ее технологический базис, соответствующий канонам устойчивого развития.

Современная наука не отвечает вызовам времени, ее фрагментарность и расплывчатость ценностных оснований во многом были причиной создания техносферы, разрушающей биосферу, затрудняющей жизнедеятельность человека. Однако, призывая к преодолению технократизма, нельзя отвергать в целом традиционную науку и ее главную ценность — поиск истины, в противном случае откроется дорога к мифотворчеству. В решении экологической проблемы научные ценности переплелись с ценностями нравственного порядка. Духовно ориентированная наука, реализуя конструктивную функцию, призвана сыграть главную роль в разрешении экологических противоречий.

Понятие *«экологическая парадигма»* позволяет обосновывать исходные принципы альтернативной духовной мироориентации, способной служить основой перспективного развития науки в условиях перехода общества к устойчивому развитию. Кризисная экологическая ситуация, как и другие издержки научно-технического прогресса, обусловлена

рационалистическими принципами мироотношения, сформировавшимися в Новое время и характерными для западной цивилизации. Экологическая парадигма является символом экологической духовности, нового сознания, которое призвано способствовать переходу человечества в «экологический век».

Понятие «парадигма» (греч. παράδειγμα — пример, образец) было предложено Т. Куном [68] для обобщенной характеристики норм и идеалов науки в определенный исторический период. Научные революции он рассматривал как некумулятивные эпизоды развития науки, во время которых старая парадигма замещается целиком или частично новой, несовместимой со старой.

Рациональная программа, выдвигающая идею анализа развития наук в экологическом контексте, может базироваться на осознании науки как формы духовного производства, а научного исследования — как деятельности, осуществляемой учеными, объединенными в исследовательские группы и разделяющими со всем научным сообществом эко-гуманистические ценности. *Нравственное начало должно составить ядро экологической парадигмы научного развития.*

Становление экологической парадигмы сопровождается изменением образа мира и облика научного знания. Наука, все более отказываясь от установки на объективно-беспристрастный взгляд на мир, приходит к признанию необходимости учитывать аксиологическую природу научного знания [69]. Смена парадигмы научного знания предполагает расширение горизонтов мышления и области приложения ценностных характеристик. Осуществляется переход от конкуренции к кооперации, от господства к партнерству. Категории истины, красоты и добра становятся рядоположенными, равноправными в движении познания; человек предстает как неотъемлемая часть всех теоретических построений. По мере того как претерпевает изменение характер методов, используемых в научном

поиске, происходит смещение акцентов — от рационального к интуитивному, от редукционизма к холизму, от линейности к нелинейности.

Экологическая парадигма в таком случае предстает как совокупность идей, убеждений, ценностей, мировоззренческих позиций, формирующая особое видение реальности и задающая ориентиры познавательной и преобразовательной активности. Она нацеливает на постижение смысла мира, на выявление места человека в нем, задает определенную исследовательскую позицию.

Человек на протяжении всего своего существования адаптировался к условиям окружающей его среды. Однако в технологический век эволюционно заложенные способы адаптации человека к миру стали значительно уступать темпам социальных изменений, что и послужило причиной неадекватности сложившихся систем ценностей новым реалиям.

Если человеческое сознание, с позиции бытийности, становится самосозидательной, жизнеутверждающей силой, то экологическая парадигма призвана содействовать рождению новых смыслов, соответствующих современным формам человеческой активности. Такими смыслами являются, например, творчество без уничтожения и разрушения, ответственность перед будущим.

Экопарадигма как форма гносеологического ценностного сознания способна предложить ориентиры в решении коренных экзистенциальных проблем существования человека в мире. Холистический, целостный взгляд на мир становится одной из ведущих установок современной науки, он нацеливает на учет фундаментальной взаимосвязи и взаимозависимости явлений эволюционного процесса. Человек с позиции данного подхода един с природой, интегрирован во все ее жизненные процессы, а его преобразовательная деятельность определяется исходя из гармонии биосферных процессов.

В последние годы наметилась тенденция к *экологизации* науки. Она направлена на целостное, системное познание мира, и ее следует рассматривать в контексте более широкого процесса гуманизации и интеграции науки. Экологизация науки в целом ряде отношений конкретизирует постнеклассическую версию развития науки и определяет необходимость ее ноосферной ориентации. Важнейший результат экологизации науки — становление экологического стиля мышления как составной части научного стиля мышления нашего времени.

Процесс экологизации — это новая волна в интеграции науки. Системный характер социально-экологических знаний, основанный на единстве социоприродных процессов, порождает не только разнообразные формы взаимодействия наук, но и интеграцию естественно-научных и социально-гуманитарных знаний.

В зависимости от особенностей подходов к экологической проблеме существенным образом меняются представления не только о роли науки, но и о характере изменений, которые должны произойти в самой науке. Так, согласно одному из них, экологизация — это проникновение в современные научные построения соображений, принципов и методов экологического характера [70]. Более масштабной представляется трактовка термина «экологизация науки» в подходе, исходя из которого, наука должна брать на себя функции теоретического обеспечения коэволюции природы и общества [71].

Важное методологическое значение в данном случае приобретает исходное представление о науке. Известно, что ее можно рассматривать как совокупность наличных знаний и как деятельность по получению знания. Если исходить из первого подхода, то комплексный характер экологической проблемы обусловливает, прежде всего, взаимодействие, взаимообогащение понятий, представлений общественных, естественных и технических наук, способствующих «экологическому синтезу» знаний. Систематизация и синтез разрозненных знаний,

способствуя установлению связей между различными областями науки, уточнению научной картины мира, обладают и существенными эвристическими возможностями. Если наука рассматривается как деятельность, направленная на получение нового знания, то в центре внимания оказываются возможность постановки принципиально новых задач и их решение на уровне фундаментальных, прикладных исследований и проектных разработок, т. е. на всем пути движения знания — от его возникновения до материального воплощения. В этом случае происходит взаимодействие не только наличного знания, но и всей системы познавательных средств отдельных наук.

Можно выделить следующие уровни экологизации современной науки: *экологизация отдельных дисциплин* — решение тех или иных экологических вопросов посредством частичного видоизменения предмета и методов конкретной области науки; *бидисциплинарная экологизация* — формирование новых гибридных экологических дисциплин (экологическая физика, экологическая химия, экологическая математика, экологическая экономика и т. д.); *междисциплинарная экологизация* — создание новых экологических направлений исследований на основе взаимодействия общественных, естественных и технических наук и их интеграции.

Целостный подход к экологической проблеме не исключает, а предполагает изучение ее отдельных сторон посредством сложившихся специальных наук. При этом понимание целостности экологической проблемы становится условием правильного, неискаженного ее расчленения. Данный теоретико-познавательный процесс аналогичен по существу анализу сложного объекта. В этих случаях, как известно, происходит изменение соотношения анализа и синтеза. Анализ, обычно предопределяющий результаты синтеза, становится его подчиненным моментом. Всестороннее научное познание и решение экологической проблемы предполагают как общий подход к ней, так и тщательный анализ ее отдельных, частных сторон.

Преимущество дифференцированного анализа экологической проблемы заключается, прежде всего, в существенной конкретизации задачи исследования, что делает возможным непосредственное изучение отдельных аспектов экологической проблемы (физических, химических, биологических, технологических, экономических, правовых и т. д.). Неискаженное разделение экологической проблемы на составные части, подсистемы позволяет ставить локальные вопросы перед отдельными специальными дисциплинами, соответствующими группами исследователей. Более того, дифференцированный анализ дает возможность выявить иерархическую структуру экологической проблемы, взаимосвязи между составляющими ее подсистемами. И наконец, можно более четко уяснить границы проблемы, реальные пути решения отдельных ее сторон. Экологическая проблема в ряде отношений представляется вечной. Тем не менее, многие ее проявления могут быть решены и решаются посредством конкретно-исторического подхода, в пределах тех или иных географических границ, в известном интервале времени и в зависимости от социально-экономических, технологических и других условий.

Для уточнения места и роли отдельных научных дисциплин в структуре современных экологических исследований необходимо рассмотреть вопрос о соотношении фундаментальных и прикладных аспектов экологической проблемы. Это позволит конкретно определить, какие области естествознания, общественных и технических наук могут оказать действенное влияние на развитие экологии.

При декомпозиции экологической проблемы, в первую очередь, должна быть учтена ее целостность, тесная (органическая) взаимосвязь между ее отдельными сторонами. Поэтому экологическую проблему целесообразно предварительно структурировать по принципу фундаментальности, а затем использовать дисциплинарный подход.

Для проведения фундаментальных экологических исследований необходимы привлечение широкого круга научных дисциплин и организация комплекса научных работ. В социально-философском плане предстоит определить общие ценностно-мировоззренческие, методологические и культурологические основы решения экологической проблемы, а на общетеоретическом уровне — пути преодоления различных экологических противоречий. Эти рекомендации философского анализа могут служить установками как для социально-экологических, так и для исследований в других областях науки. В условиях чрезмерной специализации современного знания философия призвана объединить разноплановые подходы к экологической проблеме. Вместе с тем она ведет и традиционный методологический поиск. Философское осмысление позволяет выработать методологический аппарат, необходимый для наук, изучающих проблемы экологии.

Важнейшим индикатором состояния экологического сознания общества должны стать социологические исследования. Только на их основе можно осуществлять управление процессами формирования экологического мышления, экологизации различных сфер человеческой деятельности.

Результаты экологических исследований могут оказать существенное влияние на развитие экономических дисциплин, обосновывающих целесообразность размещения, развития и отдельных производств, и их комплексов в тех или иных регионах. Сегодня экономические, социальные, технологические и биологические процессы столь тесно взаимозависимы, что возникла объективная необходимость рассматривать современное материальное производство как единую эколого-экономическую систему. Большое значение для оптимального развития экономики имеет тщательный учет экологических факторов, специфики отдельных биогеоценозов и динамики биосферных процессов. В естественно-научном плане фундаментальные исследования экологической проблемы позволяют

под несколько иным углом зрения рассматривать такие вопросы, как сущность жизни, условия ее возникновения, взаимодействие различных уровней и форм организации материи, вещественно-энергетический и информационный обмен между различными материальными системами и др.

Следует особо отметить, что важнейшим аспектом исследований экологической проблемы является дальнейшее углубление и развитие учения В. И. Вернадского о биосфере. Многие стороны экологической проблемы обусловлены недостаточностью знаний о структуре и механизме биосферных процессов, между тем почти вся человеческая деятельность происходит и, видимо, всегда будет происходить в пределах биосферы.

Фундаментальные аспекты экологической проблемы требуют специального рассмотрения на основе физических и химических методов. Без физики и химии невозможно решить и целый ряд прикладных аспектов экологической проблемы, в частности, вопросы по созданию качественно новых технологических основ современной энергетики и промышленности.

Пробел в знаниях об окружающей природной среде отчасти может быть восполнен путем их синтеза, поэтому необходимы всесторонние исследования изменений, возникающих в естественных системах в результате человеческой деятельности.

Под влиянием экологической проблемы вырисовываются контуры новых направлений исследований. К их числу можно отнести разработку методов щадящего производства энергии и веществ, предварительного определения экологических последствий тех или иных научно-технических разработок, контроля за состоянием различных параметров окружающей природной среды и экономической оценки ущерба от загрязнения биосферы и т. д.

Исследования, связанные с экологической проблемой, обусловливают возрастание значимости целостного подхода, появление новых познавательных принципов и методов.

При рассмотрении, например, влияния этой проблемы на теоретические основы развития новой техники следует учитывать сложную структуру совокупности знаний, необходимых для разработки технических объектов. Она включает социальные (определяющие общественные требования к техническим объектам), социально-технические (характеризующие технические объекты с точки зрения различных социальных показателей), естественно-научные (раскрывающие свойства и закономерности тех или иных материальных образований в их природном проявлении, которые могут быть использованы для создания технических объектов) и собственно научно-технические знания.

Экологическая проблема оказывает существенное влияние на всю совокупность этих знаний. Так, в системе социальных требований к разрабатываемой новой технике отражаются экологические потребности общества. Последние в ряде случаев могут определять само назначение разрабатываемого технического объекта, как это имеет место, например, сегодня при создании различных очистительных сооружений, а в перспективе — тех или иных вариантов экологического производства.

К числу важнейших социальных показателей технических нововведений относят их возможные физические, химические, биологические и другие воздействия на окружающую природную среду. Содержательно новые проблемы возникают перед естественно-научными и научно-техническими знаниями, ориентированными на разработку технических объектов. Многие из них становятся предметом самостоятельных фундаментальных исследований в рамках технических и соответствующих естественных наук.

В ходе взаимодействия общества и природы возникают многочисленные явления и процессы. Они как важнейшие составляющие объективной реальности должны стать предметом фундаментальных исследований. Эти исследования призваны охватить «чисто» природные явления и отдельные процессы

в технических объектах (важные в теоретическом отношении), а также результаты антропогенного воздействия на природную среду. Данное воздействие зачастую приводит к образованию новых феноменов, познание сущности которых представляет значительные трудности. Многое предстоит выяснить, в частности, в процессах, происходящих в озоновом слое атмосферы, во влиянии радиации, электромагнитных волн и шума на различные экосистемы и здоровье человека. Как отмечает в этой связи известный физик Вайскопф, «мы стоим перед сложной путаницей физических, химических и биологических причин и следствий, многие из которых понятны лишь отчасти. Потребуется провести множество тщательных фундаментальных исследований, прежде чем можно будет эффективно приняться за решение этих проблем. Если технические решения вводятся до того, как условия полностью поняты, попытки улучшить ситуацию могут привести к ее ухудшению» [72, с. 251].

Познавательные средства физики и химии позволяют выявить ряд существенных граней в вещественно-энергетической динамике биосферных процессов. Так, одна из актуальных задач науки сегодня — изучение возможных глобальных сдвигов химизма биосферы и ее физических параметров под действием техногенных факторов.

Значительный вклад в углубленное изучение современной экологической ситуации вносит химическая экология, главная задача которой — определение условий оптимального обмена веществ между человеком и природой.

В химической экологии эффективно используются методологические средства химического познания, в частности, эмпирические законы (им принадлежат важные познавательные функции в химическом знании).

Сегодня совместными усилиями химиков, биологов и медиков установлено множество эмпирических закономерностей, обладающих достаточной всеобщностью. В качестве примеров

можно привести закономерность аккумуляции (биоконцентрации) химических элементов и соединений в живых организмах, мутагенного и канцерогенного воздействия химических соединений на человека, увеличения патологий и возникновения новых заболеваний в зависимости от степени загрязнения биосферы, а также закономерность повышения уровня оксида углерода в атмосфере и др.

Решение экологической проблемы напрямую связано с развитием целого ряда теоретических направлений химии. Так, разработка альтернативных химических технологий напрямую зависит от результатов исследований строения молекул и их способности к химическим превращениям. Основу любого химико-технологического процесса составляет определенная химическая реакция превращения одного вещества (исходного сырья) в другое (конечный продукт). Наличие экологических критериев диктует необходимость знания таких механизмов химических превращений, которые позволили бы оптимизировать данный процесс с точки зрения повышения его эффективности, уменьшения отходов и т. д.

Изучение химических взаимодействий многочисленных загрязнений во времени, в различных средах — необъятное поле для химической кинетики. Изменение структуры и организованности веществ, привнесенных человеком в биосферу, имеет существенное значение для диагностирования качества окружающей природной среды, прогнозирования здоровья людей.

В области химии высоких энергий особое «экологическое» значение приобретает радиационная химия. Развитие атомной энергетики и горнодобывающей промышленности, широкое применение радиоактивных веществ в различных областях человеческой деятельности повышают опасность загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами. Обезвреживание радиоактивных отходов, содержащих долгоживущие изотопы, их надежная изоляция — важнейшая проблема

современности. Радиационная химия в свете экологических потребностей общества призвана разрабатывать методы обезвреживания и захоронения радиоактивных отходов.

Неорганическая химия вносит существенный вклад в создание новых материалов, обладающих нужными для человека свойствами, и в экономию естественных ресурсов природы. Химическая промышленность способна уже сейчас выпускать в больших объемах искусственные заменители природных веществ и материалов. Химия в состоянии изменять структуру природных веществ и производить материалы с заданными свойствами, не встречающимися в природе. Объем подобных сырьевых ресурсов постоянно увеличивается. Таким образом, рациональное развитие химической промышленности поможет решить проблемы ресурсов, энергии и безотходного производства.

Развитие эволюционной химии создает основу для качественно новой химико-биологической технологии, позволяющей обеспечить человечество любыми органическими веществами, в том числе и пищевыми продуктами. Переход человеческого общества к новой технологии производства пищевых продуктов означает резкое сокращение необходимых для агропроизводства площадей, полную независимость от живого вещества земной биосферы и предохранение ее от дальнейших деградационных изменений за счет сокращения и упорядочения сельскохозяйственной деятельности. Химико-биологическое производство не имеет ограничений роста и может быть организовано в любом месте, поскольку оно не зависит ни от погодных условий, ни от размеров посевных площадей, ни от ресурсов органического сырья.

Этот процесс, судя по всему, неизбежен. Время, когда человеческая цивилизация сможет полностью обеспечивать себя искусственными пищевыми продуктами, станет поворотным моментом в истории развития общества и его взаимоотношений

с природой. Заменив большую часть сельскохозяйственного производства продуктов питания промышленным, человечество уменьшит негативные явления в биосфере. Изменив при этом источник питания, оно не будет уже исключительно гетеротрофным, т. е. поддерживающим свое биологическое существование за счет продукции естественной биосферы, а станет автотрофным, независимым от биосферы, обеспечивая себя продуктами, полученными из минеральных веществ посредством химико-биологической технологии. И, как следствие, значительно ослабится антагонизм взаимоотношений человечества и природы, обусловленный противоречием между относительной ограниченностью ресурсов биосферы, ростом потребностей производства и углублением деградационных изменений окружающей среды.

Переход человечества в глобальную автотрофную цивилизацию при овладении новыми способами производства предсказывал В. И. Вернадский [18]. Исходя из анализа общих тенденций развития биосферы и человеческой цивилизации, он пришел к выводу, что растущий дефицит продуктов питания может быть устранен только за счет изменения их источника.

Современное химическое знание в большинстве случаев позволяет с фундаментальных позиций решать задачи осуществления самых сложных процессов химического превращения и с большой точностью определять и описывать проявляемые при этом разнообразные свойства. Каждое химическое соединение при этом находит систематизированную эмпирическую и теоретическую «паспортизацию», включающую химические и механические свойства. Особое значение в экологическом аспекте приобретает также свойство химических веществ оказывать воздействие на все живое. Речь идет о специфическом химическом взаимодействии с биологическими системами и изменении их структуры и качественных характеристик на всех уровнях организации биосферы.

Долгое время в практической деятельности игнорировалось единство неживой и живой природы, что и обусловило развитие технологий производства без учета их влияния на естественную среду обитания человека. Механизмы воздействия отдельных химических соединений, химических технологических процессов на биосферу оказались мало изученными как якобы несущественные по сравнению с самими процессами химического производства. Однако без глубокого познания этих сложнейших, многоступенчатых, имеющих цепной характер взаимодействий принципиально невозможны предвидение и прогнозирование результатов и перспектив взаимодействия технологической деятельности человека и природы. Поэтому сегодня естествознание (в процессе экологизации всех его сфер) столкнулось с довольно сложной методологической проблемой, обусловленной тем, что наука пока не располагает системами слежения за химическим составом биосферы. Знания об ответном реагировании биосферы на мощное химическое воздействие сегодня столь фрагментарны, неполны и мало систематизированы, что не позволяют утвердительно говорить о наличии достаточно эффективного методологического инструментария в познании химизма взаимодействия общества и природы. Химия по существу находится на начальном эмпирическом этапе фундаментального «симбиоза» с экологическим знанием. Современная экология в этом отношении — не локально очерченная система знаний, а фактор детерминации развития химического и научного знания в целом. Сегодня экологизация служит существенным фактором, определяющим дальнейшее развитие химических знаний.

Успешное развитие естествознания вне связи с экологическим знанием, вне экологической рефлексии становится все более нереальным, а в перспективе — и малоэффективным. Косвенным подтверждением этому служит жесткая социальная апробация химической деятельности. Однако вполне

очевидно, что задачи значительного уменьшения негативного воздействия химического производства на окружающую среду и гармонизации их взаимодействий призвана решать интегрированная наука, что подтверждает и научный анализ путей решения энергетической проблемы. Производство энергии на Земле, основанное на использовании невозобновимых ресурсов — угля, нефти, газа, ядерных и термоядерных источников, — не должно превышать некоторого предела, определяемого тепловым балансом поверхности нашей планеты. Следует отметить, что увеличение производства энергии подобным способом ведет также к интенсивному химическому загрязнению атмосферы, гидросферы и литосферы, повышает вероятность радиоактивного заражения среды.

Использование энергии Солнца, ветра, приливов и геотермальных источников не нарушает теплового баланса поверхности земли. Однако распространено мнение о том, что освоение солнечной энергии в широких масштабах не требует особого физического усовершенствования. Такая установка зачастую приводит к созданию заведомо нереализуемых на практике технических проектов. Так, академик П. Л. Капица отмечал, что в подобных проектах обычно не учитывается одна из фундаментальных закономерностей природы, обусловленная ограничениями для плотности потока энергии [73]. Трансформация одного вида энергии в другой сдерживается физическими свойствами той среды, через которую она передается. Это приводит к тому, что при необходимости получения больших мощностей целый ряд способов преобразования энергии оказывается неэффективным или нереализуемым. Расчеты, произведенные Капицей, показывают, что для получения только 100 МВт электрической энергии путем непосредственного преобразования солнечной энергии необходимо покрыть фотоэлектрическими датчиками площадь в 1 кв. км. Это затрудняет техническую реализацию проектов преобразования энергии

ветра и геотермальных источников при больших мощностях. Закон, ограничивающий плотность потока энергии, а также законы сохранения и второе начало термодинамики накладывают вето на заведомо нереальные решения и определяют пути технических поисков.

Разумеется, это не относится к случаям преобразования энергии Солнца, ветра и геотермальных источников в ограниченных масштабах и не исключает разработку способов их опосредованного использования для получения больших мощностей. Так, весьма вероятно, что солнечная энергетика в условиях Земли будет развиваться за счет аккумулирования энергии Солнца посредством фотосинтеза в особых, восприимчивых к свету видах деревьев и растений и последующего их использования. Подлинную энергетическую революцию может произвести решение проблемы искусственного фотосинтеза.

Итак, казалось бы, сугубо техническая задача — производство энергии — оказывается тесно связанной с фундаментальными вопросами теплового и радиоактивного «барьера», при переходе которого не исключена вероятность нарушения естественного динамического равновесия между различными компонентами атмосферы и резкого уменьшения озонового экрана биосферы.

Интересный пример приводит В. Вайскопф для иллюстрации возможностей физики в объяснении особенностей природных условий Земли: «Мы знаем, что на Земле есть и высокие, и низкие горы. Но почему наибольшая их высота составляет лишь около 10 км… а не, скажем, в пятьдесят раз больше? <…> Оказывается, эта величина определяется самой физической сущностью твердого вещества скальных пород. Она также связана с такими величинами, как напряженность поля силы тяжести, выражаемая через гравитационную постоянную, и с числом протонов и нейтронов в веществе Земли… <…> Критическая их [гор] высота на других планетах может

оказаться иной из-за того, что там ускорение силы тяжести g будет другим или же горы будут образованы из других материалов» [74, с. 162—164]. Его теоретические расчеты свидетельствуют о том, что реальная высота гор в условиях Земли действительно не может превышать 10 км.

В методологическом отношении этот пример наводит на мысль о глубоких основаниях существующих на нашей планете различных природных образований, ставших привычными постоянных интервалов изменения физических, химических, биологических параметров и т. д., показывая, что «система мер» биосферы не случайна и требует для своего объяснения фундаментальных исследований.

Вполне понятно, что подобные фундаментальные исследования возможны на основе тесного взаимодействия естественных наук. Исходя из этого меняется и целевая установка фундаментальных областей естествознания. В рассматриваемом случае их задача не должна ограничиваться объяснением естественной истории и условий формирования современных параметров биосферы. В нее должно входить и прогнозирование реакции природной среды на преобразовательную деятельность человека. Задачи, стоящие перед ним, нельзя сводить лишь к созданию теоретических моделей действительности, обогащению научной картины мира и т. д. Они должны включать и исследование реальных возможностей и перспектив технического освоения природы. Ныне это становится очевидным и в силу влияния технической деятельности человека на важнейшие физические и астрономические параметры нашей планеты. На такие, в частности, как характер распределения напряженности магнитного и гравитационного полей Земли.

Основная цель фундаментальных исследований в области естествознания — создание в более широкой исторической перспективе необходимой теоретической основы для развертывания практической и технической деятельности человека.

Итак, экологическая парадигма предполагает гуманизацию научно-технического развития, включающего в качестве неотъемлемого компонента фактор ответственности человека за последствия своей деятельности перед потомками и природой. Она запечатлевает определенный способ отношения к миру, содержащий как философские представления, так и ценностные ориентации, направляющие индивидуальное и социальное поведение человека.

6. Экологические критерии техногенеза

Устойчивое развитие общества в условиях глобализации возможно лишь при целенаправленном развитии науки и техники, формировании качественно новой, отвечающей экологическим критериям техносферы. Гуманистическая составляющая теоретического и практического освоения действительности, движение научной и технической мысли в интересах человека и его перспективы должны включать экологические ценности, ориентированные на сохранение биосферы. Но управляем ли научно-технический прогресс?

Научно-технический прогресс необходимым образом предполагает управление развитием науки и техники. Однако известны попытки обосновать нежелательность управления данным процессом. Считается, например, что управляющее воздействие на развитие науки и техники приведет к подавлению личной свободы ученых и инженеров и, как следствие, — к стагнации научно-технического прогресса.

Между тем при бесконтрольном развитии науки и техники невозможно подчинить научно-технический прогресс интересам человека, реализовать определенную техническую политику, оптимизировать затраты на данную сферу деятельности, тогда как основное назначение науки и техники — умножение и усиление способностей человека теоретически и практически осваивать природную и социальную действительность на благо всего человечества.

Управление любым объектом предполагает наличие не только определенной цели, но и управляющих факторов, обусловливающих оптимальное движение данного объекта к указанной цели. В этом смысле управление научно-техническим прогрессом предполагает обоснование целевых ориентиров и разработку соответствующих социальных и экономических механизмов по управлению развитием техники.

Исходя из этого, надлежит выяснить, какие механизмы и при каких условиях могут обеспечить управление развитием техники, какие обстоятельства влияют на формирование цели технического развития. Развитие техники диктуется разнообразными потребностями — социальными, военными, политическими и, прежде всего, экономическими. Существует также тесная связь между ценностной ориентацией общества и техническим освоением природной действительности. По своей форме она является опосредованной, и одним из ее звеньев служит регулятивная функция господствующей системы ценностей.

Достижения научно-технического прогресса позволяют создать объективные предпосылки для гармоничного взаимодействия человека и природы. Определяющее значение в данном случае получают обоснование оптимальных целей технического освоения природы и разработка системы мер по действенному управлению развитием науки и техники в выбранном направлении. Выявление оптимальной цели технического развития — задача сложная. В зависимости от социально-экономической ситуации и технологических возможностей в каждый период времени, как уже отмечалось, предстоит выявить оптимальное соотношение между развитием техники по линии гармонизации с биосферными процессами, созданием материальной основы экологических производств, ориентированных на поддержание или воспроизводство тех или иных компонентов природной среды, и обеспечением практического освоения космоса. Решить эту сложную задачу можно только

на основе системного анализа, посредством которого можно объективно определить приемлемое соотношение указанных подцелей развития техники для конкретного периода времени.

Существенное значение имеет такое управление научно-техническим прогрессом, при котором сводятся к минимуму его непредвидимые отрицательные воздействия на окружающую природную среду. А это возможно только при всестороннем прогнозировании развития науки и техники, а также целого ряда взаимосвязанных с этим процессом явлений. Однако полностью устранить неопределенность в картине будущих событий (в силу не только субъективных, но и объективных причин) невозможно. Поэтому особую значимость приобретает разработка способов получения опережающей информации о вероятных последствиях технических нововведений. Искомую информацию можно получить посредством выявления индикаторов процессов, предваряющих начало тех или иных негативных последствий. В таком случае в систему управления научно-техническим прогрессом наряду с информацией об основных результатах воздействия управляющих импульсов вводится дополнительный контур обратной связи, заблаговременно информирующий о возникновении тех или иных тенденций в состоянии объекта и, соответственно, корректирующий исходную целевую установку или управляющее воздействие.

Реализация действенной системы управления научно-техническим прогрессом представляет собой задачу, имеющую целый ряд разнообразных аспектов, требующую для своего решения как глубоких научных изысканий, так и значительных организационных мер. В современных условиях возникает насущная потребность в разработке и принятии методологических принципов, позволяющих управлять данным процессом на глобальном уровне. Это становится объективной необходимостью в силу того, что жизненно важное значение для человечества и будущего нашей цивилизации приобретает оптимальная ориентация научно-технического прогресса.

Комплексная оценка технических систем. Видоизменение задач техногенеза в свете современной экологической ситуации сказывается не только на эволюции традиционного содержания технического знания (вовлечение данных и понятий из отраслей естествознания, ранее не оказывавших влияния на развитие техники), но и на существенном изменении особенностей подхода к объекту исследования, методов познания и критериев оценки конечных результатов. Одним из основных требований, предъявляемых к проектируемым техническим объектам, выступает их «экологичность», характеризующая меру их взаимодействия с природной средой.

Под «давлением» экологических факторов меняются представления об объектной структуре технических наук. Сегодня неоспорим тот факт, что она должна охватить и связи технических систем с природными реалиями. Техническим наукам предстоит исследовать не только абстрагированные от природной действительности объекты, но и энергетические, вещественные, информационные связи этих объектов (как прямые, так и обратные) с окружающей средой. Учет взаимосвязей технических систем с внешней средой необходим и в пределах Земли, и вне ее.

Экологический подход служит главным средством описания связей технических объектов с окружающей средой. На его основе возможен целостный подход к технической системе и взаимодействующим с ней отдельным компонентам окружающей среды. Технический объект при этом должен быть представлен не как автономная система, конфронтирующая с биосферой, а как подсистема биосферы (если ставится задача гармонизации взаимоотношения технических систем и биосферы). При разработке технической системы особое внимание необходимо уделять ее выходным физико-химическим параметрам, дабы не нарушились экологические требования. Для этого следует изменить принцип проектирования технических систем с учетом экологической составляющей.

Если в природе экологическая иерархия налагает ограничения на поведение животных, то структура биосферы, ее установившиеся параметры должны определять соответствующие условия развития техники на Земле.

Большое значение экологический подход приобретает и для всесторонней социально-экономической оценки технических систем. Возникла необходимость разработки своего рода измерительной шкалы, на основе которой предпочтение отдавалось бы той или иной технической системе. До сих пор показателем эффективности выполнения возложенных на техническую систему функций служит коэффициент полезного действия (КПД). Однако КПД адекватно характеризует лишь величину потерь энергии системой и не пригоден в качестве комплексного критерия оценки технической системы. Таким образом, качество объективирования технической цели не оценивается существующим показателем эффективности технических систем.

Между тем в современной технике все больший удельный вес занимают так называемые большие системы, которые не являются чисто техническими объектами. В них должны учитываться и социальные условия, и условия взаимодействия с биосферой.

В этом плане заслуживает внимания концепция технологической оценки — система методов и подходов, позволяющая всесторонне оценивать новую технику и осуществлять обоснованный выбор действий на различных уровнях принятия решений. Она призвана контролировать и направлять техническое развитие на достижение максимальных благ при минимальном общественном риске. При этом особое внимание следует уделять не непосредственной пользе, которую должно принести техническое нововведение, а тому, ценой какого воздействия на окружающую природную и социальную среду достигается эта польза. Сегодня ставки слишком высоки, чтобы нововведения

оценивались только с точки зрения осуществимости технической идеи или экономической рентабельности нововведения. Мотива экономической выгоды уже явно недостаточно.

Комплексная оценка технических нововведений, несомненно, может стать определяющим критерием для принятия решений относительно целесообразности развертывания того или иного направления развития техники, содействуя таким образом экологизации технических наук. Однако без *соответствующей правовой основы* конкретные рекомендации относительно будущего развития техники в условиях рыночной экономики часто оказываются нереализованными или вовсе не принимаются во внимание.

Для разработки методов комплексной оценки технических нововведений необходимо решить разнообразные вопросы, обусловленные сложным характером взаимосвязи технического развития с социально-экономическими и ценностными факторами. Любая техническая система, выполняя некоторую функцию, неизбежно оказывает определенное воздействие на те или иные компоненты окружающей среды. Следовательно, при оценке технической системы должна учитываться взаимосвязь тех факторов, на которые она так или иначе воздействует. Это можно реализовать только на основе системного подхода. Следует заметить, что количество охватываемых составляющих в зависимости от реальной ситуации может существенно меняться. В идеале показатель эффективности технических систем должен учитывать по иерархическому принципу факторы самого различного характера (экономические, социальные, природные, технологические и т. д.).

Особое значение здесь приобретает учет сложной структуры последствий функционирования технических систем. В зависимости от степени целеосуществления получаются как запланированные положительные, так и непредвиденные негативные результаты. Всесторонняя оценка наносимого

природной среде ущерба от воздействия технических систем — чрезвычайно трудная задача, поскольку истинная его величина становится известной лишь по истечении некоторого времени. Поэтому при обобщенной оценке целого ряда технических систем можно выявлять лишь их непосредственные воздействия на природную среду, что не представляет особых трудностей, если в качестве последних считать «выходные» физико-химические параметры технических систем и потребляемую энергию.

Однако в целом системная оценка технических объектов требует установления и количественного описания связей между различными структурами, образующимися вследствие технической деятельности в окружающей природной среде и обществе. Предварительно оценить последствия технической деятельности можно посредством метода моделирования.

Инженерная экология. В реализации концепции устойчивого развития существенную роль призвана сыграть *инженерная экология* путем целенаправленного формирования техносферы. Новая стратегия отношений человека к природе в принципе может реализоваться в русле технической цивилизации, но со значительной коррекцией ее современного состояния. В связи с этим требуется переосмысление основных способов технического развития, кардинальное их изменение в соответствии с социально-экологическими критериями.

Инженерную экологию следует рассматривать как комплексную научно-техническую дисциплину, определяющую способы и средства преодоления негативных последствий техногенеза и достижения разумного компромисса между человеком и природой. Предметное поле инженерной экологии не ограничивается отдельным производственным предприятием. Оно включает решение вопросов и на более высоком техносферном уровне, например, на уровне кооперации ряда предприятий, от деятельности которых зависит состояние окружающей среды в городе, регионе и т. д.

Несмотря на то, что инженерная экология не обрела еще однозначного статуса, проблемы, которыми она должна заниматься, определяют ее место в общем комплексе наук, связанных с техническим развитием. Речь идет не только о таких задачах, как создание более совершенных очистных сооружений, минимизация и переработка отходов, постепенное исключение вредных выбросов, но и о переходе на альтернативные технологии на основе экологического прогнозирования и экологической экспертизы технических нововведений. Особенность инженерной экологии заключается в том, что развитие производства для нее — подчиненная цель, а главная — уменьшение воздействия на окружающую среду. Она возникла на стыке социальной экологии, технических наук, экономики и других дисциплин и призвана исследовать связи различных технических систем с окружающей природной и социальной средой.

Таким образом, объектом инженерной экологии является экологическое взаимодействие любого технического объекта с внешним окружением. Примерами таких систем могут служить отдельные предприятия с ареалом окружающей природной и социальной среды.

Задача инженерно-экологического исследования — определение потенциально возможных воздействий технических объектов на природную среду и их социально-экологических последствий. В данном случае речь идет об определенном типе систем, где природа, техника и общество образуют единое целое. Объединяющим их звеном служит экологическая деятельность, стратегия которой в локальных и глобальных масштабах предполагает разумное, минимально необходимое (в пределах экологических мер) преобразование окружающей среды при максимальном использовании ее адаптивного потенциала.

В инженерной экологии возникает потребность в междисциплинарных исследованиях процессов, сопровождающих взаимодействие технических и социально-экологических систем. Поэтому проектирование техносферы в отдельных регионах

как особый вид инженерной деятельности уже не может базироваться только на технических науках. Выйдя за пределы чисто инженерной деятельности, инженерно-экологическое проектирование трансформируется в мегасистемное. Когда речь идет о проектировании социально-экологических, сложных человеко-машинных систем, традиционные установки инженерного мышления трансформируются и ведут к интеграции социально-гуманитарных, естественно-научных методов познания и практики в инженерной сфере. При этом традиционные виды и сферы инженерной деятельности продолжают эффективно функционировать, оказывая должное влияние на развитие техники.

Объективной мерой рационального природопользования в инженерной экологии служит *коэффициент вторичного (многоразового) использования природного сырья.* Количественно такой коэффициент изменяется в пределах от нуля до единицы и выражает удельный вес общего использования природной компоненты. Чем ближе этот коэффициент к единице, тем больше шансов обеспечить сохранность окружающей природной среды в регионе. Основными направлениями, ориентированными на повышение коэффициента рационального использования природных ресурсов, являются создание малоотходных и безотходных технологий, применение почвощадящей техники и технологии землепользования, развитие менее ресурсоемких производств. Реализуются эти направления в рамках комплексной междисциплинарной концепции оптимального использования территории.

Общий принцип оптимизации экосистем с позиции инженерной экологии заключается в *минимизации интегральных потерь неживой и живой природы,* формально выражаемых в виде абсолютно невосполнимых потерь, связанных с уничтожением биологических популяций (изменение биогеоценозов) за пределами границ самовосстанавливаемости; качественных потерь неживой природы в первоначальных количественных

пропорциях (ухудшение плодородной структуры почв, изменение гидрогеологического режима течений, деградация почв в наиболее экологически уязвимых районах) и обратимых потерь живой природы в границах самовосстанавливаемости или восстанавливаемости при содействии человека.

В оценке последствий техногенного воздействия на природу важное значение имеет выявление допустимых масштабов этого воздействия, при которых оно не причинило бы вреда ни человеку, ни природе. Любое техногенное воздействие на природу получает ответную реакцию, выражающуюся в следующих формах: адаптационной с локальным, статистическим смещением равновесия; восстановительной с полным возвратом экосистемы в исходное состояние; частично восстановительной (или невосстанавливаемой) с необратимыми сдвигами экосистемы от исходного (равновесного) состояния.

Наряду с традиционными методами инженерной деятельности инженерно-экологическая практика включает и специфические. Это различные мониторинги экологической информации, методы комплексных оценок технических нововведений, методы моделирования взаимодействия технических систем с окружающей средой и др.

Особое значение в инженерной экологии сегодня приобретает информатика. Она представляет собой объемную сферу научно-технической и производственной деятельности; науку, технику, информационную технологию и индустрию. Информация ценится за свое содержание, возможность многократно воспроизводиться и вводить в интенсификационный процесс новое качество в вещественно- и энергоемкой форме.

Последствия техногенных воздействий на структуры экологических систем определяются в инженерной экологии посредством оценочных показателей, которые рассчитываются до и после воздействия на структуры экологических систем или одновременно в зоне техногенного воздействия и вне этой зоны в максимально приближенных к ней, почти одинаковых условиях.

Проводя тщательный анализ структур экологических систем, инженер-эколог ставит перед собой задачу найти показатели только тех факторов и условий, которые ограничивают равновесное существование и развитие экологических систем при постоянном допустимом воздействии на них со стороны техносферы.

Инженерно-экологические показатели подразделяются на технологические, экологические и экономические. Технологические характеризуют факторы, обусловленные функционированием технических систем; экологические отражают способность экологических систем к самоорганизации, самоочищению и адаптации к технологическим воздействиям; экономические дают представление об эффективности использования и охраны природных ресурсов на основе экологических и технологических показателей.

Важной задачей инженерной экологии является *экологическая экспертиза* технических объектов и деятельности. Инженерно-экологическая экспертиза представляет собой процесс оценки технологического воздействия на структуры экологических систем в условиях внедрения проектных решений. Экспертизе подлежат все источники этого воздействия, а также технологические процессы, технические системы, отдельные механизмы и конструкционные материалы, определяющие интенсивность, степень и опасность воздействия на экологические системы.

Цель инженерно-экологической экспертизы — установление эффективности использования природных ресурсов и допустимой дозы воздействия на природную среду при строительстве новых, расширении и реконструкции действующих предприятий, освоении новых видов техники и технологии. Любая технология в определенной степени открыта по отношению к отдельным экосистемам, поэтому остается актуальной задача исследования различных сторон взаимодействия техники и природной среды.

В последнее время в инженерной экологии приоритетное значение приобретают вопросы совершенствования методов прогнозирования в области *технологического риска.* Повышение эффективности прогнозирования в области технологических рисков связано с необходимостью системного подхода к компонентам среды, взаимодействующим с техническими объектами, разработки метода управления в аварийных ситуациях, принятия решений в условиях нехватки информации. Реальность такова, что не следует строить иллюзий относительно возможности полного предотвращения серьезных аварий, нужно заблаговременно создавать средства, позволяющие контролировать ситуацию.

В связи с этим представляют несомненный интерес рекомендации ЮНЕП относительно методов профилактики и управления послеаварийными событиями на локальном уровне. Предполагается, что при всех различиях (в степени и характере риска, системах ценностей, инфраструктуре, техническом и людском потенциале и т. д.) в любых ситуациях обязательным является выполнение главных правил: предоставление населению и выражающим его интересы различным организациям информации относительно конкретного риска, существующего в данном регионе; подготовка адаптированного к местным условиям плана действий; обеспечение совместимости действий промышленности и местных органов власти; содействие усилиям местного населения в контроле за выполнением программ действия. Эти задачи должны решать три основные группы партнеров: представители местных органов власти (префекты, генеральные советники, мэры и др.); представители промышленности (государственного и частного секторов); организации и движения (экологические, религиозные, профсоюзные и т. п.).

Взаимодействие этих групп должно обеспечиваться специальным координационным комитетом, на который возлагаются функции информирования о реальной опасности населения

и разработки плана мероприятий по обеспечению безопасности на случай аварии. Перечисленные меры способствуют предотвращению паники и противостоят усугублению ситуации.

Интенсификация технического прогресса неизбежно ведет к повышению технологического риска. Наиболее опасны процессы деградационного характера, связанные с переходом *материя — энергия*. Следствием таких переходов являются повышение уровня радиационного фона на отдельных территориях; парниковый эффект как фактор глобального нарушения экологического равновесия; локальные экологические скачки, обусловленные авариями, отказами и другими последствиями функционирования технических систем. В основе техногенного воздействия на компоненты природы лежат монотонные и скачкообразные количественные превращения, рано или поздно приводящие к качественно новым состояниям. В связи с этим важнейшим направлением инженерной экологии становится регулирование крупномасштабного технологического риска, а также послеаварийных действий на региональном и глобальном уровнях. Таким образом, обеспечение надежности, безопасности технических объектов и устойчивого их функционирования — не столько техническая, сколько комплексная, в том числе социально-экологическая, задача.

Сегодня экологические критерии развития техники приобретают правовой статус, фиксируются в качестве законов и по существу начинают регламентировать дальнейшее развитие техники и технологии в развитых странах. Это способствует интенсивному развитию безотходной (малоотходной) технологии, возникновению экологического производства. Новый смысл и значение приобретает биотехнология, растет число экологических программ в космонавтике.

Безотходное и экологическое производство. В связи с необходимостью уменьшения отходов производства была разработана новая концепция развития промышленных производств,

получившая название экологизации производства. Она предполагает ликвидацию всевозможных отходов, создание малоотходных, а в идеале — безотходных технологий.

Сегодня для уменьшения отходов в различных производствах осуществляется раздвоение технологического процесса на непосредственно производящую и нейтрализующую части. Последняя объединяет разнообразные способы очистки и разложения отходов. Главная цель — восстановление равновесия между производящей и нейтрализующей технологиями. Нейтрализующая технология, аналогично организмам-деструкторам в живой природе, должна разрушать отходы и возвращать составляющие их элементы в природную среду, не нарушая геохимические круговороты в биосфере.

Новые возможности в этой области открываются благодаря использованию биологических методов очистки. Например, некоторые микроорганизмы обладают способностью перерабатывать сложные соединения в простейшие элементы, накапливать металлы, радиоактивные отходы, окислять и делать растворимыми сульфиды никеля, урана и меди, создавая тем самым благоприятные условия для «извлечения» этих металлов путем электролиза.

Различные виды моллюсков обладают замечательной способностью к фильтрации водных бассейнов. В связи с этим ведутся работы по выведению новых популяций с повышенной стойкостью к загрязненной среде, изыскиваются возможности регулирования их численности.

Итак, если учесть, что современная промышленность переводит преобладающую часть исходного сырья в разнообразные отходы, станет понятной масштабность проблемы нейтрализации отходов. Строительство очистных сооружений требует все более значительных затрат. Стоимость их сопоставима, а порой и превосходит таковую основных производственных фондов. Однако следует помнить, что любой отход производства

представляет собой неиспользованное вещество, на создание которого затрачен определенный труд. Поэтому выгоднее использовать отходы в качестве исходного сырья для других целей.

Для полной переработки отходов необходимо создать замкнутые технологические процессы, объединить мелкие предприятия в крупные производственные комплексы, где отходы одних могут служить сырьем для других. В таком случае не только до минимума сводится химическое загрязнение природной среды, но и значительно повышается эффективность использования природных ресурсов.

Повторная переработка отходов на сегодня вполне реальна. В перспективе промышленное производство будет базироваться главным образом на возобновляемых и вторичных ресурсах и только на расширенное воспроизводство потребуется первичное природное сырье. Само развитие техники способствует созданию безотходных производств, основой которых является цикличность вещественно-энергетических потоков. Именно по этому принципу функционирует и сама биосфера, где устойчиво сохраняются сложившиеся циклы вещества, энергии и информации.

Для массового внедрения замкнутых технологических процессов следует решить как минимум две задачи. Первая из них связана с определением конкретных способов переработки отдельных отходов в те или иные полезные вещества. Для этого предстоит выяснить строение, состав, количество многочисленных загрязнителей природной среды по различным отраслям производства, разработать технологические процессы для их полного использования в качестве исходного сырья. Современный уровень химической науки, особенно аналитической химии и химической технологии, позволяет с оптимизмом смотреть в будущее.

Вторая задача обусловлена необходимостью решения энергетической проблемы, поскольку создание замкнутых технологических процессов приводит к многократному повышению затрат энергии.

Создание полностью безотходных производств — длительный процесс, требующий решения сложнейших экономических, технологических, энергетических и других задач. Поэтому в ближайшей перспективе следует ожидать переход в основном к малоотходному производству, под которым понимается такой способ производства, когда вредное воздействие на окружающую среду не превышает допустимого уровня и только небольшая часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на нейтрализацию или длительное хранение.

Не умаляя в целом значения идей безотходной технологии, отметим, что если человечество и добьется того, что все технологические процессы станут безотходными, вряд ли выпуск по безотходной технологии инсектицидов, канцерогенных, токсичных и других вредных для биосферы веществ приблизит решение экологической проблемы.

Природная среда загрязняется не только отходами, но и основными продуктами. Концепция безотходной технологии все внимание сосредоточивает на устранении отходов. Однако основные продукты, порой более опасные, чем отходы, упускаются из поля зрения. Следовательно, создание только безотходных технологий не решит проблему загрязнения среды.

Отсюда встает вопрос о необходимости развертывания особого экологического производства, т. е. воспроизводства отдельных компонентов и условий природной среды. Другими словами, сложившаяся сегодня экологическая ситуация свидетельствует о том, что человечество в своем развитии переступило ту грань взаимодействия с природой, когда оно могло не заботиться о поддержании естественных условий своего существования.

Идею подобного производства в той или иной форме высказал В. И. Вернадский в работе «Опыты описательной минералогии», где он отметил, что с истощением природных ресурсов предстоит развернуть их производство, имитировать в коротком интервале времени геологическую работу, происходящую в природе тысячелетиями.

Задача экологического производства не ограничивается только нейтрализацией негативных последствий человеческой деятельности. Следует создавать рекреационные зоны и искусственные экосистемы, восстанавливать численность популяции животных и растений, поддерживать благоприятные климатические условия и т. д.

Если экологизация производства предполагает приспособление различных технологий к сложившимся природным (биосферным) условиям, то экологическое производство (исходя из ограниченных возможностей сложившихся биосферных явлений) — планомерное производство и воспроизводство компонентов и условий природной среды.

Большие надежды возлагаются на развитие способов получения нужных веществ на основе изменения генетического кода растений, животных и микроорганизмов и *биотехнологию,* которая зародилась на базе традиционных микробиологических производств, главным образом бродильных. В древности биотехнологические методы применялись в хлебопечении, виноделии, сыроварении, при получении спирта брожением, силосовании кормов и т. д.

Биологическая промышленность зарождалась долго и трудно, в кропотливом анализе и отборе сотен тысяч эмпирических фактов. Дальнейшее ее развитие, как и развитие техники в целом, было связано в первую очередь не с эволюционным совершенствованием традиционных технологий, а с возникновением принципиально новых производств, основывающихся на химии и биологии (производство антибиотиков, биополимеров и т. д.).

Биотехнологией сегодня называют промышленную технологию получения хозяйственно ценных продуктов из микроорганизмов, тканей, клеток или продуктов их жизнедеятельности. В сферу биотехнологии включают генетическую и клеточную инженерию (цель которых — переделка наследственного аппарата организмов для «управления» деятельностью живых существ), а также многие методы химической технологии, особенно на конечных этапах производственного процесса, при выделении веществ, например, из биомассы микроорганизмов. Она тесно связана с технической микробиологией и биохимией.

Благодаря успехам микробиологии, биохимии и генетики биотехнология становится одной из перспективных наук. Применение в биотехнологии инженерных приемов — проектирования и конструирования, которые в биологическом познании не имеют места, ставит ее в один ряд с техническими науками.

Подобная новизна выдвигает проблему соотношения «искусственного» и «естественного» в биотехнических системах. Появляются новые области биологического исследования, выявляющие и изучающие технологические черты живого и возможность их дальнейшего воплощения в биотехнические системы.

Создание в биотехнологии искусственных систем опирается на генную и клеточную инженерию, обладающую средствами для такой деятельности. Объекты биотехнического исследования даже называют продуктами «биотехнической эволюции», т. е. результатом целенаправленного изменения биологической эволюции. В этой деятельности актуальна роль эволюционно-экологической направленности. Вмешиваясь в природу живых организмов, видоизменяя их структуру и функцию, ускоряя и замедляя их эволюцию, исследователь не вправе упускать из виду их дальнейшее гармоничное включение в эколого-эволюционную целостность. Только таким образом удастся избежать негативных последствий вмешательства в природу.

Применение биотехнологии для решения проблем сохранения окружающей среды, включая переработку отходов, борьбу с загрязнениями и соединение биотехнологических методов с небиологическими технологиями, получило название *экологической биотехнологии.*

В техническом развитии четко обозначена программа действий, ориентированных на использование биотехнологий применительно к экологической проблеме, например, для освоения минеральных ресурсов, замены не поддающихся циркуляции химических технологий на биотехнологии, расширения сферы применения биоудобрений, утилизации биомассы и различных видов органических отходов, удаления веществ, загрязняющих окружающую среду, а также для эффективной обработки сточных вод.

Однако обращаться с биотехнологическими методами следует осторожно. Новые разновидности микроорганизмов, созданных генной инженерией, до их широкого внедрения в практику должны быть тщательно апробированы и оценены с точки зрения их воздействия на здоровье людей и сохранения генетического разнообразия и экологического баланса в биосфере.

Биотехнология меняет подходы и способы практических действий в области сохранения, оздоровления и улучшения окружающей среды. Создание микроорганизмов с новыми свойствами сулит революцию в борьбе с загрязнениями окружающей среды, защите биоты Земли от ксенобиотиков, открывает возможность управления циклами круговорота веществ в природе. Большое значение приобретают расширение и укрепление международного сотрудничества по вопросам оценки и регулирования риска применения биологических объектов, которые при отсутствии должного контроля за их функционированием могут воздействовать на живые системы и человека как биологическое (бактериологическое) оружие. Поэтому чрезвычайно важны научные экспертизы, прогнозы использования биотехнических систем.

Экологический смысл освоения космоса. Обострение экологической ситуации на нашей планете, как известно, в значительной степени связано с ограниченностью пространства Земли. Развитие ракетно-космической техники позволяет проникнуть в околоземное космическое пространство для получения качественно новой информации о природной среде. В ближайшем будущем космическое пространство будет использоваться и в материально-производственных целях.

Космические перспективы человечества в принципе безграничны. Это означает реальность неуклонного расширения в пространстве (и времени) области взаимодействия общества и природы.

Очевидно, что для практического освоения космоса необходимо развитие экологического производства в космических условиях, т. е. создание искусственной биосферы, обеспечивающей жизнедеятельность людей на других планетах. Человек при этом должен моделировать биосферу Земли, воспроизводить основные функции живого вещества.

Освоение космоса — это поворот во взаимоотношениях общества и природы. Существующие в земной природе принципиальные ограничения на деятельность общества можно преодолеть путем выхода за пределы планеты. Показательны в этом отношении расширение и углубление вещественно-энергетических аспектов взаимодействия общества и природы, возможность вовлечения в сферу человеческой деятельности новых видов вещества и источников энергии, носящих космический характер. Открываются, например, перспективы для вовлечения космических энергоисточников в сферу материального производства.

В информационной деятельности общества благодаря развитию космонавтики уже сегодня наблюдаются революционные сдвиги. Неизмеримо выросли возможности получения информации о космосе. Впервые стало реальностью получение информации из космоса о Земле, ее биосфере.

В связи с этим важно отметить иллюзорность двух крайних позиций: делающих ставку на предотвращение экологической угрозы только земными средствами (точка зрения противников освоения космоса) и рассматривающих освоение космоса как реальную возможность для человечества покинуть Землю в преддверии экологической катастрофы. На самом деле, общество, ранее взаимодействовавшее с природой лишь на Земле, ныне входит в более широкую систему: *человечество — Земля — Вселенная,* ядром которой оно и выступает. Люди Земли не собираются, по крайней мере в грядущем столетии, переселяться в космос, а будут использовать космонавтику прежде всего для улучшения жизни на Земле.

Если же говорить об астрономических отрезках времени, то, как предполагал еще основоположник космонавтики К. Э. Циолковский, люди, по-видимому, рано или поздно станут обживать околосолнечное, а затем и галактическое пространство. Возможно, тогда они смогут превратить Землю в цветущий заповедник, величественный памятник природы.

Взаимодействие общества и природы долгое время происходило в пределах Земли. Появление космонавтики ознаменовало начало активного познания и преобразования внеземной природы, поэтому социальная экология не может ориентироваться исключительно на земные проблемы формирования техносферы, она должна также учитывать особенности освоения космоса, его влияния на космическую природу и биосферу Земли.

Вопросы для самопроверки

1. Каким образом культура может содействовать переходу общества к устойчивому развитию?
2. В чем особенность культуры устойчивого развития?
3. Какую функцию выполняет социальное партнерство в решении экологических проблем?

4. Как соотносятся права человека и ценности устойчивого развития?
5. В чем выражается глубинная связь экологии и экономики?
6. Каким образом экономику можно сделать зеленой?
7. Какие факторы обусловливают необходимость экологизации науки?
8. В чем смысл концепции технологической оценки?
9. Какую функцию призвана выполнять инженерная экология?
10. Что следует понимать под экологическим производством?
11. Какова роль космонавтики в решении экологической проблемы?

Терминологический словарь

Абиотические компоненты (др.-греч. ά — без и βιοτή — жизнь) — совокупность условий неорганической среды, влияющих на организмы. Подразделяются на химические и физические (климатические).

Автотрофизм (др.-греч. αυτός — сам и τροφή — пища) — питание организмов (автотрофов) неорганическими веществами посредством фото- или хемосинтеза.

Автотрофность человечества — получение человечеством пищи и энергии за счет энергии Солнца без участия продуцентов (термин предложен В. И. Вернадским).

Агрикультурная революция (лат. *agricultura* — земледелие) — переход человечества (около 10 тыс. лет тому назад) от собирательского хозяйства к производящему, возникновение земледелия и скотоводства.

Агроценоз (греч. αγρός — поле и κοινός — общий) — сообщество культурных растений и их спутников (сорняков), созданное в целях получения сельскохозяйственной продукции, и регулярно поддерживаемое человеком биотическое сообщество, обладающее малой экологической надежностью, но высокой урожайностью одного или нескольких избранных видов (сортов, пород) растений или животных.

Адаптация (лат. *adaptatio* — прилаживание) — 1) совокупность морфофизиологических, поведенческих, популяционных и других особенностей данного вида, обеспечивающих возможность специфического образа жизни в определенных условиях внешней среды; 2) процесс или результат приспособления организма к различным условиям существования в окружающей среде.

Анимизм (лат. *animus* — дух) — вера в существование духов, т. е. сверхъестественных образов, ассоциирующихся в религиозном сознании с действующими в природе агентами, управляющими всеми предметами и явлениями действительности.

Ареал (лат. *area* — площадь, пространство) — часть земной поверхности (территории или акватории), в пределах которой распространен и проходит полный цикл своего развития данный таксон: вид, род, семейство.

Аридизация (лат. *aridus* — сухой) — процесс обезвоживания корнеобитаемого слоя почвы, способствующий потере природным комплексом (экосистемой) сплошного растительного покрова (опустынивание); происходит в силу как природных (циклические изменения климата), так и антропогенных (откачка подземных вод, эрозия и т. д.) причин.

Безотходная технология — технология получения продукции без отходов, направленная на рациональное использование природных ресурсов.

Биогеохимический круговорот (др.-греч. βίος — жизнь, γη — земля и χυμος — сок, эссенция, влага) — переход питательных элементов (из запасов атмосферы, гидросферы и земной коры) от неживой природы к живым организмам и обратно в неживую среду.

Биогеохимические циклы — биогеохимический круговорот веществ, т. е. обмен веществом и энергией между различными компонентами биосферы в процессе жизнедеятельности организмов, носящий циклический характер.

Биогеоценоз (греч. βίος — жизнь, γη — земля и κοινός — общий) — совокупность однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, почвы и гидрологических условий, растительности, животного мира и мира микроорганизмов), характеризующаяся особой спецификой их взаимодействия, представляющая собой внутренне противоречивое единство, находящееся в постоянном движении, развитии.

Биологические ритмы (греч. βίος — жизнь, λόγος — учение, наука и ρυθμός — соразмерность, стройность) — периодически повторяющиеся изменения интенсивности и характера биологических процессов и явлений.

Биологическое разнообразие — разнообразие (генетическое, видовое, экосистемное) живых организмов, а также экосистем и экологических процессов, звеньями которых они являются.

Биосреда — среда, создаваемая или видоизменяемая сообществом живых организмов.

Биосфера (греч. βίος — жизнь и σφαιρα — шар) — 1) поверхностный слой Земли, охваченный и преобразованный жизнью; 2) оболочка Земли, состав, строение и энергетика которой определяются совокупной деятельностью живых организмов; 3) область существования и функционирования живого вещества — всей совокупности ныне и ранее живущих организмов. Биосфера охватывает нижнюю часть атмосферы до высоты озонового экрана (около 25 км), всю гидросферу до глубинных слоев Мирового океана (более 11 км) и верхнюю часть литосферы до глубины около 4 км, где температура превышает 100 °С.

Биота (др.-греч. βιοτή — жизнь) — исторически сложившаяся совокупность живых организмов, объединенных общей областью распространения.

Биотехнология (греч. βίος — жизнь, τέχνη — искусство, мастерство и λόγος — учение, наука) — 1) научная дисциплина, пограничная между биологией и техникой, изучающая пути и методы изменения окружающей человека природной среды в соответствии с его потребностями; 2) совокупность методов и приемов производства с помощью биологических агентов (например, производство кормовых белков с помощью микроорганизмов, очистка сточных вод на биофильтрах и т. п.).

Биотический круговорот — круговая циркуляция веществ между тремя основными группами организмов: продуцентами (земные растения, осуществляющие фотосинтез, и бактерии, способные к хемосинтезу, создающие первичное органическое вещество), консументами (растительноядные и хищные животные) и редуцентами, или деструкторами (бактерии, грибы и простейшие животные, разлагающие мертвое органическое вещество до минерального).

Биотическая среда — совокупность живых организмов, своей жизнедеятельностью оказывающих влияние на другие организмы.

Биоценоз (греч. βίος — жизнь и κοινός — общий) — взаимосвязанная совокупность всех живых существ, населяющих более или менее однородный участок суши или водоема.

Биоцид (греч. βίος — жизнь и лат. *cædo* — убиваю) — 1) вещества, способные уничтожать живые организмы; 2) истребление всего живого на больших территориях.

Биоэкология (др.-греч. βίος — жизнь, οίκος — обиталище, жилище и λόγος — понятие, учение) — наука о взаимоотношениях между живыми организмами и окружающей их средой с учетом всех условий существования, включающих и органическую, и неорганическую природу; призвана раскрыть закономерности в отношениях *организм — среда*.

Бронзовый век — вторая, более поздняя фаза эпохи раннего металла, сменившая эпоху медного века и предшествовавшая железному веку.

Взаимодействие — 1) процессы воздействия объектов друг на друга, взаимная обусловленность, порождение одним объектом другого; 2) объективная и универсальная форма движения, развития, определяющая существование и структурную организацию любой системы.

Географическая среда — совокупность предметов и явлений природы (земная кора, нижняя часть атмосферы, вода, почвенный покров, растительный и животный мир), вовлеченных на данном историческом этапе в процесс общественного производства, составляющего основу существования и развития человеческого общества.

Геосистема (др.-греч. γη — земля и σύστημα — целое) — природная система, состоящая из взаимообусловленных компонентов, принадлежащих литосфере, гидросфере, атмосфере и биосфере, функционирующая и развивающаяся во времени как единое целое.

Геосферы (греч. γη — земля и σφαιρα — шар) — концентрические оболочки различной плотности и состава, слагающие Землю: магнитосфера, атмосфера, гидросфера, литосфера, мантия и ядро Земли. С гидросферой, атмосферой и литосферой тесно взаимодействует живая оболочка Земли (биота).

Глобалистика (фр. *global* — взятый в целом, общий) — комплексное научное направление, изучающее различные глобальные проблемы: экологические, экономические, социально-политические, технологические и др., а также предпосылки и условия их решения.

Глобальное загрязнение — загрязнение, нарушающее естественные физико-химические и биологические показатели биосферы в целом; обнаруживается в любой точке поверхности нашей планеты.

Глобальная экология — научное направление, рассматривающее экологическое взаимодействие биосферы с процессами, происходящими в недрах Земли и космическом окружении, а также с антропогенными факторами (последствиями природопреобразующей, производственной деятельности человека).

Гносеология (др.-греч. γνωσις — знание, познание и λόγος — слово, учение) — теория познания, раздел философии, изучающий возможности познания, условия его достоверности и истинности.

Гомеостаз (др.-греч. όμοιος — подобный, одинаковый и στάσις — неподвижность, стояние) — состояние подвижного равновесия (постоянного и устойчивого неравновесия) гео- и экосистем, поддерживаемое сложными приспособительными реакциями, постоянной функциональной саморегуляцией природных систем.

Гетеротрофные организмы, гетеротрофы (др.-греч. έτερος — иной, другой и τροφή — пища, питание) — организмы, использующие в качестве источника углерода экзогенные органические вещества, которые, как правило, служат для них одновременно и источником энергии.

Гуманизм (лат. *humans* — человеческий, человечный) — мировоззрение, пронизанное любовью к людям, уважением к человеческому достоинству, заботой о благе людей.

Деструкторы (лат. *destructio* — разрушение) — организмы (главным образом бактерии и грибы), в ходе всей жизнедеятельности превращающие остатки органических веществ в неорганические.

Детрит (лат. *detrius* — истертый) — мелкие органические частицы (останки разложившихся животных, растений и грибов вместе с содержащимися в них бактериями), осевшие на дно водоема или взвешенные в толще воды.

Дигрессия (лат. *digressio* — уклонение, отступление) — ухудшение состояния экосистем под воздействием факторов среды или человеческой деятельности.

Детритофаги (лат. *detritus* — распад и греч. φάγος — пожиратель) — водные и сухопутные животные, питающиеся детритом вместе с содержащимися в нем микроорганизмами.

Доместикация (лат. *domesticus* — домашний) — процесс превращения диких животных в домашних, а также диких растений в культурные.

Живое вещество — совокупность всех живых организмов, в данный момент существующих, численно выраженная в элементарном химическом составе, весе, энергии. Живое вещество связано с окружающей средой биогенным током атомов: своим дыханием, питанием и размножением.

Закон Либиха (правило минимума; один из принципов, определяющих роль экологических факторов в распространении и количественном развитии организмов) — вещество, находящееся в минимуме, управляет урожаем и определяет величину и устойчивость последнего во времени.

Закон необходимого разнообразия — ни одна из систем не может сформироваться из абсолютно одинаковых элементов. Закон неравномерности развития раскрывает один из способов увеличения разнообразия.

Закон однонаправленности потока энергии — энергия, получаемая экосистемой и усваиваемая продуцентами, рассеивается, либо вместе с их биомассой передается консументам первого, второго и т. д. порядков, а затем — редуцентам с падением потока на каждом из трофических уровней в результате процессов, сопровождающих дыхание.

Закон периодического цикла — периодические колебания численности популяций двух видов, зависящие не только от скорости роста популяций хищника и жертвы, но и от исходного соотношения их численности.

Закон пирамиды энергии (правило 10 процентов) — с одного трофического уровня экологической пирамиды на другой ее уровень переходит в среднем не более 10% энергии.

Закон сохранения средних величин — средняя численность популяции для каждого вида постоянна.

Закон толерантности В. Шелфорда — присутствие или процветание популяции каких-либо организмов в данном местообитании зависит от комплекса экологических факторов, по отношению к которым организм проявляет определенную толерантность (выносливость).

Законы Барри Коммонера — 1) все связано со всем; 2) все должно куда-то деваться; 3) природа знает лучше; 4) ничего не дается даром.

Законы системы *хищник — жертва* (В. Вольтера) — длительное сосуществование хищников и жертв, способствующее формированию системы взаимодействия, при которой обе группы устойчиво сохраняются на изучаемой территории.

Здоровье — состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не просто отсутствие заболеваний или недомоганий.

Зеленое движение — общественное течение, оформленное или не оформленное в виде политических партий и выступающее за сохранение окружающей среды (против ядерной угрозы, за чистоту атмосферы, вод и т. п.).

Зона чрезвычайной экологической ситуации — участки территорий, где в результате хозяйственной или иной деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения окружающей среды, влекущие за собой нарушение здоровья населения, равновесия естественных экосистем (прежде всего, повреждение генетических фондов растений и животных).

Зона экологического бедствия — территория с очень сильным и устойчивым загрязнением (содержание загрязняющих веществ более чем в 10 раз выше ПДК), разрушительной потерей продуктивности, практически необратимой трансформацией экосистем, почти полностью исключающей их из хозяйственного использования. Деградацией охвачены более 50 % территории.

Зона экологического риска — территория с повышенным загрязнением (содержание загрязняющих веществ в 2—5 раз выше ПДК), заметным снижением продуктивности экосистем. Деградацией охвачены 5—20 % территории. Нарушения носят обратимый характер, поэтому ослабление антропогенных нагрузок может привести к улучшению экологической ситуации, повышению качества возобновляемых ресурсов и восстановлению структурно-функциональной целостности ландшафтов.

Иммунитет (лат. *immunitas* — избавление от чего-либо) — невосприимчивость организма к инфекционным агентам и чужеродным веществам.

Индустриальный ландшафт (лат. *industria* — деятельность и нем. *Landschaft* — общий вид местности) — антропогенный ландшафт, формирующийся в результате воздействия на природную среду технических объектов (комплексов); характеризуется, как правило, значительной концентрацией промышленных предприятий и интенсивным влиянием техногенных факторов.

Интенсивный путь развития (лат. *intensio* — напряжение) — развитие общественного производства и других видов социальной деятельности, при котором прогресс (в том числе и рост эффективности производства) достигается за счет максимально возможного использования качественных факторов при минимизации (экономии) количественных параметров.

Инфоноосфера (лат. *informatio* — разъяснение, изложение, греч. νόος — разум и σφαιρα — шар) — информационное общество, в котором цивилизация на основе созданной инфосферы полностью овладеет процессами производства и разумного использования информации, разрешит информационный кризис, обеспечит условия для свободного доступа каждого человека к информации и активного демократического участия в жизни общества.

Информатизация общества — процесс овладения информацией как ресурсом развития посредством компьютеризации различных сфер человеческой деятельности.

Информационная безопасность — течение информационных процессов, создающее социально-информационную среду, необходимую для выживания и дальнейшего развития цивилизации.

Информационное общество — полная информатизация общества, сопровождаемая интеллектуально-гуманистической перестройкой социальных структур и отношений.

Информационно-экологическое общество — информационное общество, в котором доминируют эко-гуманистические ценности и созданы необходимые предпосылки для предотвращения экологических катастроф.

Инфраструктура (лат. *infra* — ниже, под и *structura* — строение, расположение) — комплекс отраслей хозяйства, обслуживающих и создающих условия для размещения и деятельности промышленного и сельскохозяйственного производства, а также для жизнедеятельности населения.

Кислотные осадки — любые атмосферные осадки (дожди, туманы, снег) с кислотностью выше нормальной.

Коадаптация (лат. *co(n)* — с, совместно и *adaptatio* — прилаживание, приноровление) — взаимное приспособление в ходе эволюции разных форм живого, обитающих совместно (например, насекомых к опылению растений и растений к опылению насекомыми), а также разных органов одной особи.

Комбинирование (кооперирование) промышленного производства (лат. *combinare* — соединять, сочетать и *cooperatio* — сотрудничество) — объединение на одном предприятии нескольких связанных между собой производств в целях создания малоотходных технологий.

Комплексная оценка технических систем (лат. *complexus* — связь) — оценка результатов объективации технической цели на основе технико-экономических и социально-экологических критериев.

Комплексное использование природных ресурсов — практическое освоение определенных видов природных ресурсов, основанное на экономически и экологически оправданном использовании их полезных свойств, всестороннем вовлечении их в хозяйственный оборот.

Консументы (лат. *consume* — потребляю) — гетеротрофные организмы, получающие энергию за счет потребления готового органического вещества.

Коренная растительность — естественные сообщества, сложившиеся на определенной территории, отражающие особенности ее исторического развития и природные условия.

Корреляция (лат. *correlatio* — соотношение, взаимосвязь) — взаимное отношение, взаимозависимость предметов, явлений и понятий.

Космическая экология (греч. κόσμος — мир, οίκος — обиталище, жилище и λόγος — учение, наука) — отрасль знания, изучающая экологические отношения человека и космоса.

Коэволюционно-разумные потребности — социальные или индивидуальные потребности, удовлетворяющие экологическим императивам, исключающим мнимые потребности.

Коэволюция (лат. *co(n)* — с, совместно и *evolutio* — развертывание) — направление развития, не разрушающее биосферу и обеспечивающее прогресс человеческого рода, т. е. возможность совместного развития общества и природы.

Кривая выживания — график снижения численности особей одного возраста в популяции по мере их старения.

Круговорот биотический — непрерывное циклическое, но неравномерное во времени и пространстве и сопровождающееся более или менее значительными потерями закономерное перераспределение вещества, энергии и информации в пределах экосистем различного иерархического уровня организации.

Круговорот веществ в природе — относительно повторяющиеся взаимосвязанные физические, химические и биологические процессы превращения и перемещения вещества в природе.

Ксенобиотики (греч. ξένος — чуждый и βίος — жизнь) — вещества, чужеродные для живых организмов.

Ландшафт (нем. *Landschaft* — общий вид местности) — однородная по условиям развития природная система (основная категория территориального деления географической оболочки).

Лимитирующий фактор (лат. *limes (limitis)* — предел и *factor* — делающий, производящий) — фактор, ограничивающий какое-либо проявление жизнедеятельности организма.

Лимиты (квоты) выбросов (лат. *limes (limitis)* — предел и *quota* — часть, приходящаяся на каждого) — система экологических ограничений, представляющих собой установленные для предприятий-природопользователей на определенный срок объемы предельно допустимых выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

Локальное загрязнение (лат. *localis* — местный) — загрязнение окружающей среды в конкретной местности в ограниченных пространственно-временных масштабах.

Малоотходное производство — промышленное производство, образующее минимальное количество отходов.

Маргинальность (лат. *margo* — край) — неадаптируемость, состояние противостояния с принятыми в данной культуре нормами, ценностями.

Мезолит (др.-греч. μέσος — средний, промежуточный и λίθος — камень) — средний каменный век (10—6 тыс. лет назад), начало которого совпадает с потеплением, наступившим после последнего оледенения.

Мониторинг (лат. *monitor* — напоминающий, надзирающий) — наблюдение и контроль за изменениями окружающей среды под влиянием человеческой деятельности, предупреждение о явлениях, неблагоприятных для жизни, здоровья и производственной деятельности людей.

Мутаген (лат. *mutatio* — изменение и др.-греч. γεννάω — рождаю) — любой агент (фактор), вызывающий мутацию. Различают физические, физико-химические, химические и биологические мутагены.

Мутагенез (лат. *mutatio* — изменение и греч. Γένεσις — возникновение, зарождение) — процесс возникновения в организме наследственных изменений — мутаций.

Негэнтропия (лат. *negativus* — отрицательный и др.-греч. έντροπία — поворот, превращение) — мера удаленности от состояния энергетического (физического) равновесия, стремление к неравномерности, флуктуационной упорядоченности распределения частиц, характеризующей возможность системы совершать работу. Негэнтропия увеличивается при возрастании организованности системы.

Некрофаг (греч. νεκρός — мертвый и φάγος — пожиратель) — организм, питающийся мертвыми животными.

Неоген (др.-греч. νέος — новый и γεννάω — рождаю) — геологический период, относящийся к самой молодой (кайнозойской) эре (25 млн лет назад). Начало неогена сопровождалось резким обновлением наземной флоры и фауны; в этот период появились первые человекообразные.

Неолит, или новокаменный век (др.-греч. νέος — новый и λίθος — камень) — позднейший период каменного века, следовавший за палеолитом и предшествовавший бронзовому веку; характеризуется изготовлением орудий из шлифованного

камня, керамической посуды, приручением животных, началом земледелия — переходом от присваивающей к производящей форме хозяйствования.

Неолитическая революция — переход от присваивающего к производящему хозяйству, приведший к экономическому прогрессу и одновременно к экологическому регрессу. Состоит из двух этапов — агронеолитического (переход к земледелию и скотоводству) и индустриально-неолитического. Неолитический период социального развития завершается с началом формирования ноосферы.

Неособирательство — форма взаимодействия общества и природы, представляющая собой процесс максимального вовлечения природных факторов и агентов в социальную деятельность в их естественном виде.

Ноосфера (греч. νόος — разум и σφαιρα — шар) — 1) сфера разума; 2) будущая область бытия человеческого общества, начало подлинной истории; 3) гармоничное состояние общества и природы, при котором наивысшего развития достигнет интеллект человечества в целом, восторжествуют принципы и идеалы гуманизма и будет обеспечено развитие человечества.

Ноосферогенез (греч. νόος — разум, σφαιρα — шар и Γένεσις — возникновение, зарождение) — процесс становления ноосферы.

Ноосферология (греч. νόος — разум, σφαιρα — шар и λόγος — учение, наука) — междисциплинарное направление научного поиска по изучению процессов и закономерностей становления ноосферы, возможностей выживания и наиболее полного воплощения гуманистических принципов и идеалов.

Объекты экологической безопасности — жизненно важные интересы субъектов безопасности: права, материальные и духовные потребности личности, природные ресурсы и природная среда как материальная основа государственного и общественного развития.

Озоновый экран — слой атмосферы в пределах стратосферы, лежащий на высотах 7—8 км на полюсах, 17—18 км на экваторе и до 50 км (с наибольшей плотностью озона на высотах 20—22 км) над поверхностью планеты и отличающийся повышенной концентрацией молекул озона (в 10 раз выше, чем у поверхности Земли), поглощающих ультрафиолетовое излучение, гибельное для организмов.

Окружающая среда — среда обитания человека, включающая абиотические, биотические и социально-культурные факторы.

Омницид (лат. *omnis* — каждый и *cædo* — убиваю) — уничтожение всего живого на Земле; может возникнуть под воздействием как естественных (например, общепланетарная или космическая катастрофа), так и антропогенных (мировая ядерная война, глобальная экологическая катастрофа и др.) факторов.

Опустынивание — опустошение земель, характерное для аридных ландшафтов; деградация, снижение биологической продуктивности экосистем.

Организм (позднелат. *organizo* — устраиваю, придаю стройный вид) — любое живое существо.

Палеоген (греч. παλαιός — древний и γεννάω — рождаю) — самая древняя система кайнозойской группы, соответствующая первому периоду кайнозойской эры геологической истории Земли, следующая за меловой и предшествующая неогеновой системе.

Палеолит, или древний каменный век (греч. παλαιός — древний и λίθος — камень) — первый исторический период каменного века (от начала четвертичного периода до конца последнего оледенения), характеризующийся изготовлением орудий из камня с грубой отделкой.

Парадигма (греч. παράδειγμα — пример, модель, образец) — 1) концептуальная, методологическая установка в науке; 2) система принципов, идеалов научного познания, доминирующая в ту или иную эпоху и определяющая нормы решения исследовательских задач.

Паразитизм (др.-греч. нахлебник: παρα — возле и σιτος — хлеб, пища) — форма взаимоотношений двух различных организмов, принадлежащих к разным видам; при этом один из них (паразит) использует другого (хозяина) в качестве среды обитания или источника пищи.

Парниковый эффект — разогрев приземного слоя атмосферы, вызванный поглощением длинноволнового (теплового) излучения земной поверхности за счет обогащения атмосферы газами, поглощающими тепловое излучение.

Патогенные реакции (греч. πάθος — страдание и γίγνομαι — порождающий, лат. *re* — против и *actio* — действие) — способность живых существ (как правило, микроорганизмов) вызывать заболевания других организмов.

Пирамида биомасс — графическое изображение соотношения между продуцентами и консументами разных порядков, выраженное в единицах биомассы.

Пирамида чисел — графическое изображение соотношения между продуцентами и консументами разных порядков, выраженное в единицах числа особей.

Пирамида экологическая — графическое изображение соотношения между продуцентами и консументами разных порядков, выраженное в единицах биомассы (пирамида биомасс), числа особей (пирамида чисел) или заключенной в массе живого вещества энергии (пирамида энергии).

Пирамида энергии — графическая модель величины потока энергии через последовательные трофические уровни.

Платежи за загрязнение — плата за выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников, за сброс в водные объекты загрязняющих веществ и размещение отходов, взимаемая из прибыли, остающейся в распоряжении предприятий; направляется в экологические фонды и используется на природоохранные цели.

Платежи за природопользование — плата за пользование природными ресурсами (земля, недра, вода, лес и иная растительность, животный мир, рекреационные и другие ресурсы).

Плейстоцен (греч. πλειστος — самый многочисленный и καινός — новый) — первая эпоха антропогенного (четвертичного) периода, характеризующаяся общим похолоданием климата Земли и периодическим возникновением в средних широтах обширных ледниковых оледенений.

Политика экологическая — целенаправленная деятельность государства, общественных организаций, юридических и физических лиц по обеспечению экологической безопасности.

Поллютант (загрязнитель, от позднелат. *pollutio* — марание, пачкание) — вещество, загрязняющее среду жизни.

Популяция (лат. *populatio* — народ, население) — совокупность особей одного вида, обладающих общим генофондом и занимающих определенную территорию.

Постиндустриальное общество (лат. *post* — после и *industria* — деятельность) — следующее за индустриальным (сменившим сельскохозяйственное) состояние цивилизации, ориентированное на устранение отрицательных последствий традиционного промышленного развития и выживание человечества.

Правило 10 % Линдемана — каждое последующее звено в цепи питания содержит вещества и энергии на 10 % меньше, чем предыдущее звено.

Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ (ПДК) — максимальная концентрация загрязняющих веществ, не оказывающая негативного влияния на здоровье людей настоящего и последующих поколений при воздействии на организм человека в течение всей его жизни.

Предельно допустимая площадь нарушения ландшафта (экосистемы) — предел, до которого еще возможна регенерация природной системы. Превышение допустимой площади нарушения ведет к распаду целостности природной системы и преобразованию ее в новое состояние.

Предельно допустимая экологическая нагрузка — максимальный уровень воздействия антропогенных факторов, при котором сохраняется функциональная целостность экосистем.

Принцип Ле Шателье — изменение любых переменных в системе в ответ на внешние возмущения происходит в направлении компенсации производимых возмущений. Принцип Ле Шателье отражает способность живого вещества биосферы восстанавливать экологические условия, нарушенные в результате природных катастроф или антропогенного воздействия. В теории управления этот принцип носит название *отрицательных обратных связей,* благодаря которым система возвращается в первоначальное состояние, если производимые возмущения не превышают пороговых значений.

Принцип лимитирующих факторов — наиболее важным для распределения вида является тот фактор, значения которого находятся в минимуме или в максимуме.

Продуценты (лат. *producens* — производящий, создающий) — автотрофные организмы, создающие с помощью фото- или хемосинтеза органические вещества из неорганических. Основные продуценты в водных и наземных экосистемах — зеленые растения.

Регион (лат. *regio* — страна, область) — определенная территория на поверхности Земли, отличающаяся относительной целостностью, единообразием геологических, физико-химических свойств, некоторой общностью био- и экосистем. Регион может входить в территориальную структуру одной или нескольких стран.

Региональное загрязнение — загрязнение окружающей среды в пределах значительной территории (региона). Региональное загрязнение формируется на основе локальных загрязнений при увеличении их количества или пространственно-временных масштабов.

Редуценты, или деструкторы (лат. *reducens* — возвращающий, восстанавливающий) — организмы, разлагающие мертвое органическое вещество до минерального (бактерии, грибы и простейшие животные).

Ресурсный потенциал ландшафта — часть вещества и энергии, которая отторгается в социально-экономическую сферу. Природа рассматривается как источник разнообразных ресурсов: производственных, сельскохозяйственных, здравоохранительных и рекреационных; эстетических и научных; территориальных и экологических (условий существования людей в конкретном месте) и др. Весь природный потенциал ландшафта в том или ином виде используется человеком сегодня или будет использован в будущем.

Рождаемость — появление на свет новых особей любого организма (величина не постоянная, изменяется в зависимости от размера и возраста особей в популяции, а также от условий среды).

Сапрофаг (греч. σαπρός — гнилой и φάγος — пожиратель) — организм, питающийся органическими остатками.

Сапрофиты (греч. σαπρός — гнилой и φυτόν — растение) — гетеротрофные организмы, использующие для питания органические соединения мертвых тел или выделения (экскременты) животных.

Синергизм (синергетический эффект) — комбинированное воздействие двух и более факторов (совместное действие значительно превышает эффект каждого из компонентов в отдельности и их простой суммы).

Смертность — свойство популяции снижать свою численность в единицу времени за счет гибели особей.

Собирательство — одна из форм хозяйственной деятельности человека (собирание пригодных в пищу дикорастущих съедобных кореньев, плодов, ягод, меда, а также моллюсков, насекомых и пр.).

Сорбция (лат. *sorbere* — поглощать) — поглощение твердым телом или жидкостью вещества из окружающей среды.

Социальная экология — комплексное научное направление, изучающее процессы и закономерности взаимодействия общества (и отдельных его систем) и природы в целях определения предпосылок и условий гармонизации, устойчивого развития системы *общество — природа* (социоэкосистем).

Социосфера (лат. *societas* — общество и греч. σφαιρα — шар) — часть географической оболочки, входящая в нее наряду со сферой природных ландшафтов; включает в свой состав человеческое общество в качестве мощной производительной силы, преобразующей естественные ландшафты.

Социум (лат. *socium* — общий, совместный) — 1) территориальная общность людей, совместно проживающих в нескольких близко расположенных поселениях (или в одном крупном поселении — городе) и контактирующих между собой значительно чаще, чем с жителями других населенных мест; 2) общность людей, совместно проживающих на определенной территории и входящих во взаимные контакты статистически достоверно чаще, чем с другими соседями; 3) социальная система, общество с какими-либо особенностями социального устройства.

Среда обитания — совокупность конкретных абиотических и биотических условий, в которых обитает данная особь, популяция или вид.

Стресс (англ. *stress* — давление, напряжение) — 1) состояние напряжения, возникающее у человека и животных под влиянием сильных воздействий; 2) общая неспецифическая нейрогормональная реакция организма на любое предъявленное ему требование.

Субъекты экологической безопасности — индивидуум, общество, биосфера, государство, цивилизация в целом.

Сукцессия (лат. *succesio* — преемственность, наследование) — последовательная замена одних экосистем (биоценозов, сообществ и т. п.) другими под влиянием их внутреннего развития и взаимодействия с окружающей средой.

Теплокровные — гомойотермные (др.-греч. όμοιος — равный, одинаковый и θέρμη — тепло) — животные, поддерживающие внутреннюю температуру тела на относительно постоянном уровне, независимо от температуры окружающей среды.

Тератогенез (греч. τέρατος — род. падеж от τέρας — чудовище, урод и др.-греч. γεννάω — рождаю) — формирование анатомических дефектов у плода в результате нарушений процесса эмбрионального развития, обусловленных как генетическими, так и тератогенными факторами (некоторые физические, химические, в том числе лекарственные препараты, и биологические агенты).

Техника (др.-греч. τεχνικός — искусный) — совокупность механизмов и машин, а также систем управления, добычи, хранения, переработки вещества, энергии и информации, создаваемых в целях производства и обслуживания непроизводственных потребностей общества.

Техническое освоение природы — создание дополнительной системы связей между различными явлениями природы, способной ограничить или нужным человеку образом направить действие тех или иных законов, в результате чего предметы природы или их некоторые сочетания становятся средством объективирования целей человека.

Технологическая оценка — научное направление, ориентированное на разработку системы методов, подходов, позволяющих всесторонне оценивать новую технику и осуществлять обоснованный выбор действий на различных уровнях принятия решений.

Технология (др.-греч. τέχνη — искусство, мастерство, умение и λόγος — мысль, причина) — 1) совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката в процессе производства; 2) наука о способах воздействия на сырье, материалы и т. п. соответствующими орудиями производства.

Техносфера (др.-греч. τέχνη — искусство, мастерство, умение и σφαιρα — шар) — часть биосферы, преобразованная людьми с помощью прямого и косвенного воздействия технических средств в целях выживания, адаптации, удовлетворения социально-экономических и иных потребностей (здания, различного рода сооружения, системы коммуникации, производственное оборудование, транспортные средства и т. д.).

Токсические вещества (греч. τοξικός — яд) — ядовитые вещества.

Толерантность (лат. *tolerantia* — терпение) — способность организма переносить неблагоприятное влияние того или иного фактора среды.

Трансграничное загрязнение — загрязнение в результате переноса вредных (загрязняющих) веществ, источник которых расположен на территории соседних государств.

Трофическая цепь, пищевая цепь, цепь питания — взаимоотношения между организмами, посредством которых в экосистеме происходит трансформация вещества и энергии; группы особей (бактерии, грибы, растения и животные), связанные друг с другом отношением *пища — потребитель*.

Трофический уровень — совокупность организмов, которые, в зависимости от способа их питания и вида корма, составляют определенное звено пищевой цепи.

Устойчивое развитие — это модель такого развития общества, при котором разнообразные потребности нынешнего поколения людей удовлетворяются с сохранением (поддержанием) жизненно важных параметров биосферы.

Фитопланктон (др.-греч. φυτόν — растение и греч. πλανκτον — блуждающие) — совокупность организмов, населяющих толщу воды континентальных и морских водоемов и не способных противостоять переносу течениями.

Фитофаги (др.-греч. φυτόν — растение и φαγείν — пожирать) — животные, питающиеся растениями.

Флуктуация (лат. *fluctuatio* — колебание) — случайное отклонение величины, характеризующей систему из большого числа частиц, от ее среднего значения.

Фотосинтез (др.-греч. φως — свет и σύνθεσις — соединение) — образование растениями, водорослями и некоторыми микроорганизмами углеводов из углекислоты и воды под действием света, поглощаемого светочувствительным пигментом (главным образом хлорофиллом); сопровождается выделением кислорода.

Хемосинтез (др.-греч. χυμος — сок, эссенция, влага и σύνθεσις — соединение) — тип питания бактерий, основанный на усвоении CO_2 за счет окисления неорганических соединений.

Холоднокровные — пойкилотермные (греч. ποικίλος — различный, переменчивый и θερμία — тепло) — животные с непостоянной внутренней температурой тела, меняющейся в зависимости от температуры окружающей среды.

Ценоз (греч. κοινός — общий) — любое сообщество (биоценоз, зооценоз, фитоценоз и т. п.).

Эвтрофикация (др.-греч. εύτροφία — хорошее питание) — изменение физических, химических и биологических свойств озера при долговременном поступлении питательных веществ с прилегающих территорий за счет процессов естественной эрозии и стока. Различают естественную, очень длительную эвтрофикацию, и антропогенную, которая приводит к быстрому разрушению экосистемы.

Эвтрофирование водоемов — повышение уровня первичной продукции благодаря увеличению в них концентрации биогенных элементов, главным образом азота и фосфора.

Экологическая безопасность — комплекс мер, направленных на обеспечение защищенности жизненно важных интересов личности, общества от реальных или потенциальных угроз, создаваемых антропогенным или естественным воздействием на окружающую среду.

Экологическая ниша — совокупность всех факторов среды, в пределах которых возможно существование вида в природе.

Экологическая опасность — угроза нарушения среды обитания человека в результате его деятельности, естественных и антропогенных аварий и катастроф.

Экологические фонды — система внебюджетных фондов (федеральный, республиканские, краевые, областные и местные), образуемых за счет средств, поступающих от предприятий, организаций и граждан (платы за выбросы, штрафы и т. п.) и предназначенных для решения неотложных природоохранных задач.

Экологический риск — соотношение величины возможного ущерба при воздействии экологического фактора (в заданной интенсивности) и вероятности реализации этого воздействия.

Экологическое равновесие в природе — относительная устойчивость видового состава живых организмов, их численности, продуктивности, распределения в пространстве, а также сезонных изменений, биотического круговорота веществ и других процессов в любых природных экосистемах.

Экология человека — наука, изучающая взаимодействие человека с природными, социокультурными и иными факторами внешней среды в целях выявления предпосылок и условий здоровья человека.

Экомониторинг — система контроля за состоянием окружающей человека природной среды, предусматривающая и функцию обеспечения заинтересованных организаций и населения текущей и экстренной информацией об изменениях в окружающей среде.

Экосистема (др.-греч. οίκος — жилище, местопребывание и σύστημα — сочетание, объединение) — совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом и образующих систему взаимообусловленных биотических и абиотических явлений и процессов.

Экотоп (др.-греч. οίκος — жилище и τόπος — место) — место обитания сообщества живых организмов, включающее совокупность абиотических компонентов среды обитания.

Экоцид (др.-греч. οίκος — жилище и лат. *cædo* — убиваю) — преднамеренное преступное разрушение среды обитания всего живого, в том числе уничтожение среды обитания человека на обширной территории.

Эмерджентность (англ. *emergent* — возникающий, неожиданно появляющийся) — наличие свойств, присущих той или иной системе, которыми не обладают ее составляющие.

Эндемик (греч. ένδημος — местный) — 1) виды, роды, семейства и другие таксоны животных и растений, ограниченные в своем распространении относительно небольшой географической областью; 2) местный вид, обитающий только в данном регионе и не живущий в других.

Ярусность — расчлененность растительного сообщества (или наземной экосистемы) на горизонты, слои, ярусы, пологи или другие структурные или функциональные толщи. Различают надземную и подземную ярусность.

Литература

Основная литература

1. *Круть И. В., Забелин И. М.* Очерки истории представлений о взаимоотношении природы и человека. М.: Наука, 1988.
2. *Одум Ю.* Экология: Пер. с англ. В 2 т. М.: Мир, 1986.
3. *Чижевский А. Л.* Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1976.
4. Академик Иван Тимофеевич Фролов: очерки, воспоминания, материалы / Отв. ред.: В. С. Степин. М.: Наука, 2001.
5. *Гумилев Л. Н.* Этногенез и биосфера Земли / Сост. А. И. Куркчи. М.: Ди-Дик, 1997.
6. *Вернадский В. И.* Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988.
7. *Эйлер Л.* Метод нахождения кривых линий, обладающих свойствами максимума либо минимума, или решение изопериметрической задачи. М.; Л.: Гостехиздат, 1934.
8. *Гегель Г. В. Ф.* Наука логики. Т. 3. М.: Мысль, 1972.
9. Только факты. Всегда под рукой. Гонконг: Ридерз Дайджест, 2004.
10. *Левин А. С.* Введение в общую экологию. [2-е изд., перераб. и доп.]. Силламяэ: Изд-во ИЭиУ, 1998.
11. История биологии (с начала XX века до наших дней) / Ред. Л. Я. Бляхер. М.: Наука, 1975.
12. *Наумов Н. П.* Экология животных. М.: Высшая школа, 1963.
13. *Либих Ю.* Химия в приложении к земледелию и физиологии / Ввод. ст. Д. Н. Прянишникова; биогр., коммент. и ред. перевода А. Н. Лебедянцева. М.; Л.: ОГИЗ — Сельхозгиз, 1936.
14. *Shelford V. E.* Animal communities in temperate America, as illustrated in the Chicago region. Chicago: Univ. Press, 1913.
15. Экология и эволюционная теория: Сб. науч. тр. / Отв. ред. Я. М. Галл. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1984.

16. *Одум Ю.* Основы экологии. М.: Мир, 1975.
17. *Небел Б.* Наука об окружающей среде. М.: Мир, 1993. Т. 1.
18. *Вернадский В. И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965.
19. *Докучаев В. В.* К учению о зонах природы: горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. СПб.: Тип. СПб. Градоначальства, 1899.
20. *Докучаев В. В.* Учение о зонах природы. М.: Географгиз, 1948.
21. *Вернадский В. И.* Очерки геохимии. М.: Наука, 1983.
22. *Гаранина О. Д.* Философские основания целостного понимания человека: Автореф. дисс. … д-ра филос. наук. М., 1999.
23. *Гелен А.* О систематике антропологии // Проблема человека в западной философии: Сб. / Пер. с англ., нем., фр.; сост. и послесл. П. С. Гуревича; общ. ред. Ю. Н. Попова. М.: Прогресс, 1988. С. 152—302.
24. *Лоренц К.* Агрессия (так называемое «зло»). М.: РИМИС, 2009.
25. *Фрейд З.* Введение в психоанализ: Лекции. 2-е изд., перераб. М.: Современ. гуманит. ун-т, 2007.
26. *Фукуяма Ф.* Наше постчеловеческое будущее: последствия биотехнологической революции / Пер. с англ. М. Б. Левина. М.: АСТ: ОАО ЛЮКС, 2004.
27. *Ортега-и-Гассет Х.* История как система // Вопросы философии. 1996. № 6. С. 78—103.
28. *Montagu A.* The New Litany of «Innate Depravity», or Original Sin Revisited // A Peace Reader: Essential Readings on War, Justice, Non-violence, and World Order / Ed. by J. J. Fahey, R. Armstrong. Rev. ed. Mahwah, NJ: Paulist Press, 1992. P. 5—19.
29. *Фромм Э.* Анатомия человеческой деструктивности. М.: Республика, 1994.

30. *Столяренко В. Е.* Антропология — системная наука о человеке. Ростов-на-Дону: Феникс, 2004.
31. *Гегель Г. В. Ф.* Лекции по философии истории / Перевод А. М. Водена. СПб.: Наука, 1993.
32. *Гегель Г. В. Ф.* Наука логики / Пер. с нем. Б. Г. Столпнера; под ред. М. Б. Митина. М.: Соцэкгиз, 1939. (Сочинения; т. VI).
33. *Маркс К.* Формы, предшествующие капиталистическому производству // Сочинения / К. Маркс, Ф. Энгельс. 2-е изд. М.: Политиздат, 1968. Т. 46. Ч. 1.
34. *Чайлд Г.* Прогресс и археология / Пер. с англ. М. Б. Граковой-Свиридовой. М.: Изд-во иностр. лит., 1949.
35. *Лем С.* Сумма технологии // LITRUS.NET: Онлайн-библиотека. URL: http://litrus.net/book/read/98719/Summa_tehnologii?p=12
36. *Маркс К.* Экономическо-философские рукописи 1844 года // Сочинения / К. Маркс, Ф. Энгельс. 2-е изд. М.: Политиздат, 1974. Т. 42. С. 90—96.
37. *Коростовцев М. А.* Религия Древнего Египта. М.: Наука, 1976.
38. *Salam A.* Ummat Ul-ilm: Towards a Commonwealth of Science // UNESCO Courier: A Window Open on the World. 1981. Vol. 34. № 8/9. P. 51—55.
39. *Аристотель.* Политика. М.: Рипол Классик, 2013. Т. 1.
40. Наука и изобретательство в мануфактурный период // Геометрия как искусство [Электронный ресурс]. URL: http://pictoris.ru/28/28/index.html
41. Слово о науке: Афоризмы, изречения, литературные цитаты / Сост. Е. С. Лихтенштейн. М.: Знание, 1978.
42. *Семенов Н. Н.* Наука и общество: Статьи и речи. М.: Наука, 1981.
43. *Вернадский В. И.* Размышления натуралиста. Кн. 2: Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1977.

44. *Тихвинский С. Л., Субботин А. К.* Глобальные проблемы и международные отношения. М.: Дипломатическая академия МИД СССР, 1981.
45. *Бальзак О. де.* Кузен Понс / Пер. с фр. И. Татариновой; послесл. и примеч. Н. Лилеевой. М.: Художественная литература, 1959.
46. Программа действий: Повестка дня на XXI век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении / Сост. М. Китинг. Женева: Центр «За наше общее будущее», 1993.
47. Наше общее будущее: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР). М.: Прогресс, 1989.
48. *Стёпин В. С.* Цивилизация и культура. СПб.: Изд-во СПбГУП, 2011. (Классика гуманитарной мысли; вып. 3). ISBN 978-5-7621-0612-2.
49. *Мамедов Н. М.* Культура, экология, образование. М.: Изд-во РЭФИА, 1996.
50. *Мотрошилова Н. В.* Цивилизация и варварство в эпоху глобальных кризисов. М.: Канон+, 2010.
51. *Юнг К. Г.* К вопросу о подсознании // Человек и его символы / К. Г. Юнг. М.: Серебряные нити: Университетская книга: АСТ, 1997. С. 13—103.
52. *Бердяев Н. А.* Русская идея: основные проблемы русской мысли XIX века и начала XX века; Судьба России. М.: Сварог и К°, 1997.
53. Приоритеты национальной экологической политики России: Портфель проектов / Центр экол. политики России; отв. ред. В. М. Захаров. М.: ЦЭПР, 1999.
54. *Кричевский С. В.* Основы экологической политики: Учебное пособие. М.: РАГС, 2009.
55. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // СЗ РФ. 2002. № 2. Ст. 133.

56. Экологическая доктрина Российской Федерации: Одобрена распоряжением Правительства РФ от 31.08.2002 № 1225-р // СЗ РФ. 2002. № 36. Ст. 3510.
57. Свод предлагаемых правовых принципов охраны окружающей среды и устойчивого развития, принятых группой экспертов МКОСР по праву окружающей среды // Наше общее будущее: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР) / Пер. с англ.; под ред. С. А. Евтеевой, Р. А. Перелеты. М.: Прогресс, 1989. С. 310—313.
58. *Фукуяма Ф.* Доверие: Социальные добродетели и путь к процветанию. М.: АСТ: АСТ Москва: Хранитель, 2006.
59. *Мамедов Н. М.* Социальное партнерство как предпосылка устойчивого развития // Грани социального партнерства / Под общ. ред. д-ра филос. наук, проф. Т. И. Костиной. М.: МГАДА, 2008. С. 9—18.
60. *Кропоткин П. А.* Взаимная помощь как фактор эволюции. М.: Самообразование, 2007.
61. *Файнберг Л. А.* У истоков социогенеза: от стада обезьян к общине древних людей. М.: Наука, 1980.
62. *Рогинский Я. Я.* Современные проблемы антропогенеза. М.: Знание, 1969. (Новое в жизни, науке, технике).
63. *Алексеев В. П.* Становление человечества. М.: Политиздат, 1984.
64. *Печчеи А.* Человеческие качества / Пер. с англ. О. В. Захарова. М.: Прогресс, 1980.
65. *Рассел Б.* Какие мотивы человеческого поведения влияют на политику? // Практика и теория большевизма / Б. Рассел; Вторая мировая война / У. Черчилль: Избранные страницы. М.: Панорама, 1998. С. 115—130.
66. *Соловьев В. С.* Оправдание добра. М.: Республика, 1996.
67. *Кара-Мурза С.* Научная картина мира, экономика и экология. М.: Аналитический центр по научной и промышленной политике, 1997.

68. *Кун Т.* Структура научных революций: Пер. с англ. 2-е изд. М.: Прогресс, 1977.
69. *Карпинская Р. С., Лисеев И. К., Огурцов А. П.* Философия природы: коэволюционная стратегия. М.: Интерпракс, 1995.
70. *Лось В. А.* Основы современного естествознания. М.: ИНФРА-М, 2000.
71. *Горелов А. А.* Социальная экология. М.: Хронограф, 1998.
72. *Вайскопф В.-Ф.* Физика в двадцатом столетии. М.: Атомиздат, 1977.
73. *Капица П. Л.* Энергия и физика: Доклад на научной сессии, посвященной 250-летию Академии наук СССР // Успехи физических наук. 1976. Т. 118. С. 307—314.
74. *Вайскопф В.* Современная физика в элементарном изложении // Успехи физических наук. 1971. Т. 103. Вып. 1. С. 155—179.
75. Введение в теорию устойчивого развития: Курс лекций / Сост. и отв. ред. Н. М. Мамедов. М.: Ступени, 2002. (Образование для устойчивого развития). ISBN 5-94713-021-1.
76. *Леонтьев В.* Экономические эссе. М.: Политиздат, 1990.
77. *Норт Д.* Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997.
78. *Хайек Ф.* Индивидуализм и экономический порядок. М.: Изограф, 2000.

Рекомендуемая литература

Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера / Ред. Б. С. Соколов, А. А. Ярошевский. М.: Наука, 1989.

Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 2001. (Б-ка трудов акад. В. И. Вернадского).

Гирусов Э. В. Основы социальной экологии. М.: Изд-во РУДН, 1998. (Б-ка эколога).

Данилов-Данильян В. И. Возможна ли коэволюция природы и общества? М.: Экопресс, 1998.

Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С. Экологический вызов и устойчивое развитие. М.: Прогресс-Традиция, 2000.

Дзятковская Е. Н. Системный подход к конструированию содержания общего экологического образования. М.: Образование и экология, 2011.

Коммонер Б. Замыкающийся круг: природа, человек, технология. Л.: Гидрометеоиздат, 1974.

Культура устойчивого развития: от идеи к реальности / Сост. и отв. ред. Н. М. Мамедов. Баку: Элм, 2013.

Казначеев В. П. Очерки теории и практики экологии человека. М.: Наука, 1983.

Кутырев В. А. Время Mortido. СПб.: Алетейя, 2012.

Лоренц К. Так называемое зло / Пер. с нем.; под ред. А. П. Полякова; сост. А. В. Гладкий. М.: Культурная революция, 2008. (Современные классики).

Лосев К. С. Мифы и заблуждения в экологии. М.: Научный мир, 2011.

Мазур И. И., Молдаванов О. И. Введение в инженерную экологию. М.: Наука, 1989.

Мамедов Н. М. Основы социальной экологии. М.: Ступени, 2003.

Мамедов Н. М., Суравегина И. Т. Экология: Учебник для 10—11 классов. М.: АСТ-Пресс — Школа, 2006.

Мансурова С. Е. Знания о человеке и гуманизация образования. М.: Спутник+, 2011.

Марков Ю. Г. Социальная экология: Взаимодействие общества и природы. Новосибирск: Лада — Наука, 2001.

Маркович Д. Ж. Социальная экология. М.: РУДН, 1997. (Б-ка социолога).

Марфенин Н. Н. Устойчивое развитие человечества. М.: Изд-во МГУ, 2007. (Классический университетский учебник).

Марфенин Н. Н. Экология. М.: Академия, 2012.

Маслоу А. Новые рубежи человеческой природы. 2-е изд., испр. М.: Альпина нон-фикшн: Смысл, 2011.

Мегаполис: образование и качество жизни / Под общ. ред. Т. И. Костиной. М.: МГАДА, 2008.

Моисеев Н. Н. Судьба цивилизации. Путь разума. М.: Изд-во МНЭПУ, 1998.

Моисеев Н. Н. Быть или не быть… человечеству? М.: Россия молодая, 1999.

Общая и социальная экология / Под общ. ред. А. Д. Урсула. М.: РАГС, 2005.

Оруджев З. М. Природа человека и смысл истории. М.: Книжный дом «Либроком», 2009.

Римский клуб: история создания, избр. докл. и выступления, офиц. материалы / Под ред. Д. М. Гвишиани. М.: УРСС, 1997.

Сосунова И. А. Социальная экология. М.: РИЦ ИСПИ РАН, 1996.

Социальный капитал. Образование. Качество жизни: Учебное пособие / Под общ. ред. Т. И. Костиной; сост. и отв. ред. Н. М. Мамедов. М.: Изд-во МГАДА, 2013.

Спенсер У. Генетическая одиссея человека. М.: Династия: Альпина нон-фикшн, 2013.

Тейяр де Шарден П. Феномен человека / Пер. с фр. Н. А. Садовского; предисл. и коммент. Б. А. Старостина. М.: Наука, 1987.

Фоули Р. Еще один неповторимый вид: Экологические аспекты эволюции человека. М.: Мир, 1990.

Человеческое развитие: новое измерение социально-экономического прогресса / Под ред. В. П. Колесова, Т. Маккинли. М.: Права человека, 2000.

Швейцер А. Культура и этика. М.: Прогресс, 1973.

Ягодин Г. А., Пуртова Е. Е. Устойчивое развитие. Человек и биосфера. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013.

Учебное издание

Мамедов Низами Мустафа оглы

Экология и устойчивое развитие

Учебное пособие

Редактор Т. В. Мягченкова
Корректор Ю. В. Лункина
Компьютерная верстка и оформление обложки
М. В. Ляукиной
В оформлении обложки использованы фотографии
М. В. Ляукиной

Подписано в печать 22.10.2013
Формат 60 × 90/16
Гарнитура Times New Roman, Arial. Печать офсетная
Усл. п. л. 22,8
Тираж 1600 экз. Заказ №

Отпечатано в типографии
ООО «ТиРу»
Москва, ул. Правды, д. 24, стр. 5
(499) 519-01-24, (495) 585-08-95
www.tirazhy.ru

Издательский центр
Московской государственной академии
делового администрирования
124460, Москва, Зеленоград, к. 1140
e-mail: info@miba.ru