

Н. Ф. РЕЙМЕРС

ЭКОЛОГИЯ

Теории,
законы,
правила,
принципы
и
гипотезы

РОССИЯ МОЛОДАЯ
1994

Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила принципы и гипотезы) — М.: Журнал «Россия Молодая», 1994 — 367 с.

Рассмотрены широко известные и менее распространенные концепции современной «большой» экологии — ее теории, законы, правила, принципы и гипотезы в рамках иерархии природных систем. Особое внимание уделено социально-экономическим и другим прикладным аспектам науки, прежде всего ее роли в охране природы и рациональном использовании естественных ресурсов.

Для научных и практических работников в области охраны природы, экологов, биологов, географов.

Табл. 12.

Рецензент акад. И. В. Петрянов-Соколов

Р 1903040000—016
037(01)—92 Без объявл.

ISBN 5—7120—0669—3
ISBN 5—86646—059—9

© Реймерс Н. Ф. 1992
© Реймерс Н. Ф., переиздание. 1994

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора	5	3.12. Законы системы человек — при- рода	140
Глава 1. Современная экология: наука или мировоззрение?	8	3.13. Законы социальной экологии	146
Глава 2. Структура биосферы	22	3.14. Законы природопользования	151
2.1. Подсферы и надсферы	23	3.15. Принципы охраны среды жизни, социальная психология и поведение человека	162
2.2. Горизонтальная структура био- сферы и иерархия экосистем. Система систем	31	3.16. Теоремы экологии как основа управления природопользованием	171
Глава 3. Теоремы экологии	41	Глава 4. Ресурсология	173
3.1. Предварительные замечания	41	4.1. Природа и экономика	173
3.2. Общесистемные обобщения	43	4.2. Природные ресурсы и ограниче- ния в их использовании	185
3.2.1. Сложение систем	45	Глава 5. Экологическое равнове- сие и природные особо охраняемые территории	201
3.2.2. Внутреннее развитие систем	49	Глава 6. Экологические проблемы и общественная реакция на них	214
3.2.3. Термодинамика систем	53	6.1. Общие черты современного эко- логического кризиса и осознание его обществом	214
3.2.4. Иерархия систем	57	6.2. Проблемы частной экологи- зации	219
3.2.5. Отношения, система — среда	59	6.2.1. Господствующие концепции	219
3.3. Физико-химические и молеку- лярно-биологические основы сущест- вования живого	62	6.2.2. Экологизация науки и знания	224
3.4. Эколого-организменные законо- мерности	65	6.2.3. Экологизация промышлен- ности	226
3.4.1. Развитие биосистем	65	6.2.4. Экологизация сельского хозяй- ства	229
3.4.2. Закономерности адаптации биосистем	71	6.2.5. Экологизация лесного хозяй- ства и промыслов	231
3.5. Закономерности системы орга- низм — среда	72	6.2.6. Экологические проблемы тран- спорта	233
3.5.1. Общие законы функционирова- ния системы организм — среда	72	6.2.7. Экологизация городского (му- ниципального) хозяйства	236
3.5.2. Частные закономерности в сис- теме организм — среда	74	6.2.8. Социально-экологические ме- роприятия	240
3.6. Популяционные законы	78	6.2.9. Экологизация демографичес- кой политики	244
3.7. Биогеографические закономер- ности	90	6.2.10. Общая экологизация приро- допользования	246
3.7.1. Ареал и распространение видов в его пределах	90	6.3. Социально-экономические по- следствия экологизации	248
3.7.2. Изменение особей (популяций) в пределах видового ареала	96	6.4. Экологический бизнес и рынок	250
3.7.3. Закономерности распростране- ния сообществ	98	6.5. Критерии оценки деградации среды в нашей стране	257
3.8. Законы функционирования био- ценозов и сообществ	101	6.6. Пути выхода из экологического кризиса	268
3.8.1. Энергетика, потоки веществ, продуктивность и надежность сооб- ществ и биоценозов	103	6.7. Оптимистический пессимизм	281
3.8.2. Структура и видовой состав биоценозов и сообществ	107	Глава 7. Система потребностей че- ловека (экологический подход)	282
3.8.3. Биоценотические связи и управ- ление	110	7.1. Особенности экологического под- хода к человеку	282
3.9. Экосистемные законы	116	7.2. Среда жизни	285
3.9.1. Структура и функционирование экосистем	117		
3.9.2. Динамика экосистем	123		
3.10. Общие закономерности органи- зации экосферы и биосферы Земли	127		
3.11. Закономерности эволюции био- сферы	131		

7.3. Человечество и человек как большая система	292 .	ственных начинаний (общие принципы)	338
7.4. Классификация потребностей людей	297 .	Дополнение 1. Типовой алгоритм организации научной (эколого-социально-экономической) экспертизы проектов и хозяйственных начинаний	355
7.5. Некоторые практические выводы	316	Дополнение 2. Определение понятий напряженности антропогенной экологической ситуации	358
Заключение: конструкции будущего	323 .	Приложение 3. Экологический манифест	359
Эпилог	330		
Приложение 1. Общие принципы экополитики	331		
Приложение 2. Методология научной (эколого-социально-экономической) экспертизы проектов и хозяй-			

ОТ АВТОРА

Мы стали богатыми в познаниях,
но бедными в мудрости.

К. Г. Юнг

Эта книга — менее всего сводка давно известного и вместе с тем попытка субъективного его синтеза. Она — плод раздумий и плацдарм для эмпирических умозаключений и гипотез, своих и высказанных другими авторами. Мне кажется, что большая часть обобщений верна и после всесторонней проверки и неизбежных поправок они смогут войти в состав теорий. Но даже если что-то будет отброшено прозой «гнусных» фактов, все же свод научных законов («теорем») современной экологии поможет консолидации ее в подлинно научную область знания. Сосредоточение фактов, пусть даже объединенных лишь умозрительной рыхлой схемой проблемной направленности, уже делает науку. И ей дают название. Но это наука фактов (в современной экологии часто сугубо отрицательных), а не позитивных идей. Большинство же ученых прошлого считали, что наукой управляет Ее Величество Мысль. Факту же, хотя он порой и немало важен, даже определяет ход научного исследования, уготовлена лишь роль принца-мужа в доме королевы теоретического Знания. Однако до сих пор в мире нет приоритета мысли над умениями. И это понятно. Мысли эфемерны и приходят в голову, как говорил А. Эйнштейн, слишком редко. Даже верные обобщения, если они не технического утилитарного свойства, принято игнорировать. Это глубочайшая ошибка, даже, пожалуй, какое-то регулярное затмение сознания. Во всяком случае, быстрого реагирования не происходит, сколь бы мысль ни была плодотворна. Инерция действий огромна. Во многих случаях знание еще не есть понимание, а понимание не адекватно мотивации поступков. Отсюда многочисленные, иногда поразительные ошибки. За них мы расплачиваемся и кровавыми слезами, и лишними кровавыми мозолями. При этом чем примитивнее ложная идея, чем она дальше от глубинной эмпирики науки, тем она привлекательнее для многих, кто думать не умеет, да и не хочет.

Ценность мысли была осознана давно. Не удержусь, чтобы не процитировать известных деятелей науки и культуры.

«...Работать, не рассуждая, легче, чем работать и рассуждать, и всегда найдутся люди, желающие получить название ученого более легким способом». *Я. А. Борзенков.*

«Не грубые заблуждения, а тонкие неверные теории — вот что тормозит обнаружение научной истины». *Г. Х. Лихтенберг.*

«В науке должно искать идеи. Нет идей, нет и науки! Знание фактов только потому и драгоценно, что в фактах скрываются идеи; факты без идей — сор для головы и памяти». *В. Г. Белинский.*

«Если в голове нет идей, то не увидишь и фактов». *И. П. Павлов.*

«Дело науки — возведение всего сущего в мысль». *А. И. Герцен.*

«Самое главное — научить людей мыслить». *Б. Брехт.*

«Чего не понимаем, тем мы не обладаем». *В. Гете.*

«Исследования в прикладных науках приводят к реформам, в фундаментальных науках — к революции». *Дж. Томсон.*

«Мысль справедливая не может не быть плодотворна». *Л. Н. Толстой.*

«Нет ничего практичнее, чем хорошая теория». *Л. Больцман.*

Мудрость прошлых эпох в наши дни сконцентрирована главным образом в области наукоемких технологий, наукоемкого производства. Тут мысль дает немедленную экономическую отдачу. Фундаментальное же знание, теория как таковая, вопреки горячим заверениям обратного, не слишком привлекает внимание, если это не сулит военно-стратегического или явного экономического приоритета.

Мышление все еще остается частным делом узких групп ученых. И если профессиональная школа мышления еще не возникла, что характерно для новых направлений развития знания, подобных современной экологии, любые теоретические обобщения проходят мимо внимания общества. Даже ученые говорят на разных языках. Они мыслят совершенно различными понятийными категориями. Наука в целом превратилась в строительство Вавилонской башни, зодчие которой говорят на разных наречиях и к тому же о разных предметах, не глядя в сторону друг друга.

Интерес к мыслям и делам научного соседа, как правило, минимален. Отношение — полупрезрительное. Услышанное, за редчайшими исключениями¹, обычно пропускают мимо ушей. Кажется, никому не приходило в голову высоко оценить достижения в отдаленной от своей области знания, просто даже понять их суть². Да и не всегда это возможно из-за нарочитой сложности языков науки. Многие понятия и термины почти невозможно осознать даже при расшифровке их в специальных энциклопедических словарях. Боюсь, что и мне не удалось избежать этого порока, хотя я стремился к максимальной простоте изложения.

Науки, разрабатывающие лимиты и ограничения для инженерии, всегда остаются париями знания, хотя они направляют ход его движения и предостерегают от заблуждений, а то и катастроф. Сейчас ясно, что неограниченная свобода технико-экономической инициативы опасна, ведет к экологическому краху. Но даже ясное осознание этого факта пока не сделало эколога другом инженера. Однако такая дружба была бы весьма общественно полезна и экономически эффективна.

На такое взаимопонимание и направлена эта книга. В ней довольно много как будто бы вновь предлагаемых терминов и понятий. Большинство из них уже были использованы автором ранее и получили расшифровку в ряде его книг, статей и нескольких словарях³. Активного противодействия введению этих новаций научная общественность не оказала. Более того, авторские разработки, включая рисунки, в значительной своей части как должное вошли в «Экологический энциклопедический словарь» И. И. Дедю (Кишинев: Гл. ред. Молд. Сов. Энцикл., 1989. 408 с.). Видим, это следует считать знаком согласия. Что касается терминов, то у них своя жизнь. Одни входят в науку, и авторов их принято упоминать, другие бывают забыты. И тут действует своеобразный естественный отбор. На все воля истории знания.

Задача автора в этой книге весьма далека от излишней скромности: превратить экологию из науки фактов в науку идей, хотя бы отдаленно

¹ Вот пример такого исключения. Физики и химики очень высоко оценили достижения генетики, специалисты во многих областях знания почти сразу же приняли кибернетику и общую теорию систем. Но это было в рамках уже сложившейся в их области знания технократической, конструктивистской в своей основе парадигмы.

² Впрочем, случается впадать и в иную крайность: фетишизировать какую-то научную область — «химизация», «физикализация» и т. п. Это было характерно для наших философов и руководителей страны.

³ Реймерс Н. Ф. Азбука природы: Микроэнциклопедия биосферы. М.: Знание, 1980. 208 с. Он же. Основные биологические понятия и термины. М.: Просвещение, 1988. 319 с. Он же. Природопользование. М.: Мысль, 1990, 639 с. Реймерс Н. Ф., Яблоков А. В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. М.: Наука, 1982. 145 с.

сходную по структуре с элементарной физикой: факты и закон, их объединяющий, или, наоборот, закон — факт, пусть еще даже единичный, но в потенции множественный. В чем-то возможны ненамеренные спекуляции, — увы, попытки собрать факты и литературные материалы с дотошностью классиков науки XIX века не удалась. Факты сейчас слишком разрознены по литературным источникам, их бескрайнее море, а времени и сил для их регистрации с тщательностью летописцев у автора не хватает.

Я ни в коем случае не претендую на истину в последней инстанции. Кое в чем приходится мучительно сомневаться. Предпочтительней был бы путь к обобщениям от большего числа точных констатаций, чем от полуинтуитивного видения общего правила, истинность которого выяснится лишь в ходе селекции нового знания. Однако легкокрылая мысль порой опережает сбор фактов. Птица она довольно редкая и иногда очень неудобная из-за необычности и кажущейся примитивности. Как будто давно известно, ну что тут огород городить? Между тем именно элементарные мысли порой людям либо не приходили в голову, либо, как сказано выше, они бессознательно игнорируют простейшие законы бытия — своего и природы.

Мне бы никак не хотелось выступать этаким пророком-мыслителем. Идеи носятся в воздухе. Даже если порой кажется, что это придумал я, нет никакой уверенности, что тот же самый постулат не сформулировал кто-то другой значительно раньше и полнее. Собственно, авторство для науки не имеет никакого значения. Однако за некоторыми научными законами, правилами и другими обобщениями история знания давно закрепила определенные имена ученых. Их авторитет я старался поддерживать. Хотя еще раз подчеркну — не власть авторитетов, а их мудрость правит наукой. Людей оценивает история. Не всегда справедливо. Но уж такова жизнь.

Что касается этой книги, то если она явится ферментом для развития желания подумать, не согласиться, даже обругать автора за легковесность заключений, а тем более продолжить исследования в каком-то из предложенных направлений — это будет ее великим успехом. Автор больше всего боится равнодушия, поэтому в текст включены элементы публицистики. Прошу не обижаться, если кого-то задел за живое. Буду крайне благодарен тем, кто откликнется даже самой уничтожающей критикой. «Между крайними точками зрения лежит проблема, а не истина», — писал И. В. Гете. Но видеть проблему — уже половина пути к истине.

СОВРЕМЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ: НАУКА ИЛИ МИРОВОЗЗРЕНИЕ?

Люди погибнут от неумения пользоваться силами природы и от незнания истинного мира.

*Иероглифическая надпись
на пирамиде Хеопса*

В истории знания не так уж часто какое-то явление и отражающее его понятие расплываются до глобальных масштабов, охватывая все стороны жизни человека, физический и духовный мир его обитания. Пожалуй, таковой в средние века была теология. В наши дни глобально понимание культуры, но оно все же прилагается к человеку, а не ко всему универсуму земной природы. А понятие «экология» сейчас приобретает именно глобальный масштаб. Соответствующему термину совсем неуютно в прокрустовом ложе расширяющегося представления об этой науке. Языковой Прокруст со взрывной силой тянет понятие «экология» в разные стороны и грозит разорвать его на части. Но терминологический взрыв не происходит. Вместо него возникла путаница слов, понятий и самого понимания что есть что. Казалось бы, должен проявиться эффект Вавилонской башни. Однако серьезного неудобства при этом не ощущается. Каждый вкладывает в термин свой объем понятия, индивидуальные его оттенки. Ситуация приблизительно такова: «моя» экология — это не «твоя» экология, но все же что-то сходное, только, пожалуйста, отдай назад «мое» слово «экология».

Больше всего обеспокоены биологи. Именно они, а конкретнее Э. Геккель, в 1866 г. назвали «общую науку об отношениях организмов к окружающей среде» экологией. Но человек — тоже организм. Почти одновременно с классической биологической экологией (биоэкологией), и несколько раньше ее, хотя и под другим названием, возникла экология человека. По прошествии непродолжительного времени она сформировалась в двух ипостасях — собственно экологии человека как организма и социальной экологии.

Исторически и семантически экология человека старше и шире по содержанию, чем социальная экология. Согласно Дж. Бьюсу¹, линия «география человека — экология человека — социология» зародилась в трудах Августа Конта в 1837 г. Под названием «биология человека» это направление широко развивалось, в том числе в книгах И. И. Мечникова «Этюды о природе человека», 1903 и «Этюды оптимизма», 1907 (вторая книга вышла сначала за рубежом, а затем лишь в России). К настоящему времени вышли многие десятки монографий и тысячи статей по экологии человека и его биологии.

Социальная экология в современном ее понимании фактически зародилась одновременно с экологией человека в работах того же А. Конта, развитых Д. Миллем и Г. Спенсером, но до 20-х гг. нашего века понятие и термин «социальная экология» в принятом ныне смысле не существовали. Социальной экологией называли раздел биоэкологии, исследующий общественных («социальных») животных, прежде всего насекомых. Видимо, в новом смысле термин «социальная экология» впервые использовали американские социологи Р. Парк и Е. Берджес в приложении к

¹ Bews J. W. Human Ecology. N.-Y.: Russel and Russel, 1935. 312 p.; 2-е изд. 1973, p. 14. Я избегаю давать библиографические ссылки, так как они загромождают книгу. В отечественной литературе достаточно экологических работ с обширными библиографиями.

теории поведения людских популяций в городской среде. Но вскоре он исчез из употребления и в зарубежной литературе фигурировал крайне редко. У нас его реанимировали философы¹. В англоязычной же литературе отдается предпочтение термину «экология человека»². То же делают отечественные географы, медики и биологи³.

Довольно продолжительное время термин «биоэкология» широко применялся в литературе наравне с довольно различно трактуемыми отраслевыми терминами «экология животных» и «экология растений». Затем первая часть слова отпала. Стали говорить просто «экология», подразумевая именно биоэкологию. Само указание в определении экологии Э. Геккелем на организм сделало это понятие двойственным. Организм по-русски это и вид, и индивид, а фактически и особь — в совокупности со своими симбионтами, паразитами и т. д.,⁴ т. е. индивидуальная консорция — носитель реальной жизни, ее комплексной отдельности. Даже новейшее толкование экологии в «Биологическом энциклопедическом словаре» (М.: Сов. энцикл., 1986, 1989) — «биологическая наука, изучающая организацию и функционирование надорганизменных систем различного уровня: популяций, биоценозов (сообществ), биогеоценозов (экосистем) и биосферы» с дополнительным определением: «Экологию определяют также как науку о взаимоотношениях организмов между собой и с окружающей средой», — не снимает трудностей расшифровки понятия. Биосфера, например, состоит отнюдь не из одной биоты. Это подтверждает тот же словарь: «Биосфера — оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой определяются совокупной деятельностью живых организмов». И как быть с надорганизменностью биосистем в случае особи — индивидуальной консорции, состоящей из индивида со спутниками? Какая наука изучает это образование? Физиологическая

¹ Гирусов Э. В. Система «общество — природа» (проблемы социальной экологии). М.: Изд-во МГУ, 1976. 167 с. Марков Ю. Г. Социальная экология. Новосибирск: Наука. 1986. 174 с. Вопросы социозологии // Материалы Первой Всесоюзной конференции «Проблемы социальной экологии» (Львов, 1—3 октября 1986 г.). Львов: 1987. 353 с.

² Например, Smith R. L. The Ecology of man: An Ecosystem Approach. Harper and Row Publishers, N.-Y., Evanston, San Francisco, London, 1972, 1976. 546 p. Русский перевод: Наш дом — планета Земля: Poleмические заметки об экологии человека. М.: Мысль, 1982. 383 с.

³ Теория и методика географических исследований экологии человека. М., 1974. 182 с. Географические аспекты экологии человека. М., 1975/1976. 212 с. Проблемы экологии человека. М.: Наука, 1986. 141 с. Экология человека: Основные проблемы. М.: Наука, 1988. 221 с. и др.

⁴ В русской биологической терминологии понятия «организм», «особь» и «индивид» различаются весьма нечетко. Организмом называют и особь, и индивид, и вид, даже любую биологическую и биокосную систему, состоящую из взаимосвязанных, взаимозависимых и соподчиненных элементов, взаимоотношения которых и особенности строения определены их функционированием как целого. В такое понятие входят помимо особей (индивидов), колонии, семьи (у общественных животных), популяции, а следовательно, и виды, сообщества организмов, биогеоценозы, экосистемы любых уровней иерархии, вплоть до биосферы, то есть надорганизмы или сверхорганизмы. При этом в узком смысле организм означает то же, что «живое существо», индивид. Особь в этой системе понятий — синоним индивида, индивидуума, т. е. неделимая единица жизни, в морфологическом смысле происходящая от одной зиготы или гаметы, споры или почки, индивидуально подверженная действию элементарных эволюционных факторов. Очевидно, налицо смешение понятий, во всяком случае их размытость. Видимо, лучше считать термин «организм» равным понятию «вид» и его отдельности (представителю) — живому существу данного вида (хотя мы и говорим «мой организм» в ином, морфологическом, понимании). Тогда приведенное энциклопедическое определение особи будет равно понятию индивид (отдельный эволюционно-генетический потомок). На самом же деле, особь — индивид как генетический потомок совокупности с симбионтами и паразитами, иногда консорбентами, т. е. индивидуальная консорция. Организм в широком надвидовом смысле лучше обозначать терминами «надорганизм», «сверхорганизм».

экология. Но она исследует уже не надорганизменные системы, а системы внутри особи и ее взаимосвязи с внешним миром. Этим путем в значительной мере идет экология растений. Консорционной экологии как таковой пока не возникло. Полнее звучит дополнительное определение экологии в Биологическом энциклопедическом словаре. В конце концов, надорганизменные биотические системы есть результат взаимоотношения организмов между собой и с окружающей их средой.

В рамках биоэкологии до недавнего времени все было довольно ясно: экология особей и составленных ими видов — физиологическая экология и аутоэкология; экология популяций — популяционная экология, или демэкология; экология сообществ (биоценозов) — синэкология; экология биогеоценозов и других экосистем — биогеоценология, или учение об экосистемах, в том числе экологические закономерности функционирования биосферы — учение о биосфере, или биосферология. В эту схему легко уложить и человека как вид, а опосредованно и общество. Но лишь с точки зрения биологии, т. е. совокупности наук о живой природе, о сущности жизни.

При тщательном анализе в эту схему приходится внести некоторые добавления. Экология особей по объему не равна экологии составленных ими видов. Очевидно, экология видов, специоэкология (от лат. species — вид), или линнеология (от линнеона — укрупненного, в отличие от жерданона, понимания вида) и аутоэкология — различные понятия и сферы исследований. Особи не прямо составляют популяции, а сначала объединяются в малые группы, прежде всего репродуктивные, и большие семьи типа демонов, поэтому следует отличать демэкологию (экологию малых групп) и экологию популяций (популяционную экологию).

Произошло и смешение понятий «сообщество» и «биоценоз». Первое объединение может состоять из одних продуцентов (фитоценоз), консументов (зооценоз) или микроорганизмов (микробиоценоз). Биоценоз же в классическом понимании — системно-функциональная совокупность продуцентов, консументов и редуцентов, т. е. экологически многокомпонентное образование (таков даже биоценоз мышинной норы или болотной кочки). Видимо, термин «синэкология» целесообразно сохранить за экологией сообществ, а экологию биоценозов называть биоценологией. Учение о биосфере — биосферология, а учение о среде формирования биосферы — глобальная экология, или экосферология.

Глобальная экология — учение об экосфере Земли как планеты, взаимодействующей с биосферой, явно выходит за рамки биологии¹. Этот выход, на этот раз в социальную область, закрепился с появлением и развитием социальной экологии. Причисление к экологическому циклу

¹ Вопреки определению биоэкологии как науки об надорганизменных системах живого, физиологическая экология оперирует индивидами. В последние годы появились онкологическая экология, или экология канцерогенеза, фактически экология тканей, и даже молекулярная экология и экологическая генетика. Как ни стараются классификаторы науки расчленить ее на уделы, знание стремится к консолидации. С появлением тканевой и молекулярной экологии биоэкология потеряла ясность границ. Видимо, ее современное определение примерно таково: совокупность отраслей знания, исследующих взаимодействие между биологически значимыми отдельностями и между ними и окружающей их средой. Ниже в тексте приведено еще одно сходное с этим определение. Это выход биоэкологии в сферу микромира. Сделана попытка вывести экологию и за рамки биосферы (М. И. Будько. Глобальная экология. М.: Мысль, 1977. 327 с.) в область геофизики планеты. Однако экосфера Земли как космического тела хотя и весьма существенна и даже определяющая для жизни на ней и в то же время отчасти зависима от этой жизни, все же является внешней для биосферы как пространственно, так и функционально. Ее определяют свойства планеты и внешние космические воздействия, прежде всего со стороны Солнца (глава 2).

наук об охране природы и охране окружающей человека среды сделало экологическое знание весьма обширной совокупностью дисциплин. Политизация экологических проблем выдвинула понятия экоразвития, экополитики, экологической безопасности. Связь их с экоэкономикой определила появление гибридных эколого-экономических дисциплин от близких к политэкономии (политэкология) до конкретной экономики природопользования. Само природопользование обрело экологическую окраску. Вещественно-культурные и воззренческие ценности, воздействующие на человека, такие как архитектурная, ландшафтная и материальная среда, а также как аудиовизуальные, литературные и подобные им богатства, стали предметом экологии культуры¹.

Как научная дисциплина экология культуры призвана исследовать культурную среду обитания человека, ее формирование и воздействие на людей. Это влияние может распространяться на организм человека и на его личность. В последнем случае экология приобретает социальную, идеологическую окраску. Эта окраска еще больше усиливается в так называемой «глубокой экологии» — системе взглядов, отрицающей особую ценность человека по сравнению с другими биологическими видами. Глубокая экология провозглашает лозунг «Земля — прежде всего», т. е. доминирующая самоценность придается нашей планете, а затем лишь человеку, социальные возможности которого ограничены. Это уже не наука, а биоцентристское в своей основе общественное движение. Оно противопоставляется социальной экологии как система антропоцентрических взглядов, рассматривающих современный экологический кризис как проявление кризиса социального, общечеловеческого, а не глобально-биосферного. С общенаучной точки зрения и позиций здравого смысла такое противопоставление кажется странным. Для человека его самоценность очевидна. Но в это же время без сохранения целостности биоты Земли, экологического баланса на ней при изменении планетарных условий жизни, превышающих генетические возможности человека к адаптации, трудно ожидать, чтобы люди как вид могли существовать. Несохраниение природы Земли означает гибель для человечества.

Как кажется, смысл возникших противоречий в том, что рассматриваются два пути. Один из них — социальной доминанты: все для современного человека, за счет природы. Далее — хоть потоп. Вернее, предполагается, что наши потомки как-то вывернутся. Другой путь — адаптации людей к природе, уважение к ней, ее законам как непреходящей ценности, передаваемой по наследству последующим поколениям. Видимо, необходимо выбрать третий, компромиссный путь, прежде всего учитывающий экологические ограничения, налагаемые конечностью ресурсов планеты. Иначе первый путь превращается в социальный авантюризм. К этому вопросу мы вернемся еще раз чуть ниже. Сейчас же для нас важно обратить внимание на то, что в рассмотрении экологии мы вышли за рамки науки и вторглись в сферу мировоззрения, экологизации знания и даже идеологии.

Особенно это заметно в области так называемой «экологии духа». Если в экологию культуры включают антропогенную материально-духовную среду жизни — от культурных ландшафтов и архитектуры до литературы, то экология духа исследует среду морали, воззрений, трудно уловимой духовности человека. Скорее всего, это сплав социальной пси-

¹ Термин ввел Д. С. Лихачев; он принят нашим обществом, хотя немного странный — дословная его расшифровка «наука о доме культуры»; в русском языке возникает двусмысленность: дом культуры у нас ассоциируется с клубом.

хологии как учения об индивидуальном «Я» и социологии как науки об общественных отношениях с экологией человека и социальной экологией: человек как индивид и личность в среде широкого спектра движений мысли и духа. Здесь окончательно смыкается цикл естественнонаучных и гуманитарных знаний, происходит выход в философию и развивается общенаучный подход к проблеме.

В этом, безусловно, специфика современной экологии. Она из строго биологической науки превратилась в значительный цикл знания, вобрав в себя разделы географии, геологии, химии, физики, социологии, теории культуры, экономики, даже теологии — по сути дела, всех известных научных дисциплин. В единой науке образовался новый угол зрения, новый ее предмет — рассмотрение значимой для центрального члена анализа (субъекта, живого макро- и микрообъекта, объекта с участием живого или важного для живого, в том числе человека) совокупности природных (в том числе космических) и отчасти социальных (для человека) явлений и предметов с точки зрения интересов (без кавычек или в кавычках) этого центрального субъекта или живого объекта (а также систем с их участием).

Трактуют экологию и как науку об экосистемах или шире — о надорганизменных системах. При этом ее упорно пытаются вогнать в короткое ложе биологии. Но в том-то и дело, что современная экология — биологизированная (как и географизированная, математизированная и так далее), биоцентричная наука, но не биология. Биологическая ее составляющая — взгляд от живого на окружающую его среду и от этой среды на живое. Такой угол зрения имеют десятки наук: антропология, этнография, медицина и др. Но для экологии характерен широкий системный междотраслевой взгляд, а отнюдь не математизированные подходы и методика, как часто полагают и декларируют. Ее предмет — сохранение функциональной и структурной целостности того центрального объекта, который вычленяется в процессе исследования (снова, грубо говоря, наука о выживании в окружающей среде). Это может быть и микроструктура, и макро-, даже мегаявление. И методики в этом исследовании могут быть самыми разнообразными — от описательных до аналитических, синтетических и прочих. Такая экология уже совсем не биология и никакая иная наука, она сама по себе, новый раздел знания, равный, а может быть и более широкий, чем математика, физика, химия и так далее, но отнюдь не философия, что следует из самого определения науки о выживании.

Потеряла ли себя при этом экология? Совершенно очевидно, что нет. Она лишь расширила свой предмет за пределы биоэкологии и, соответственно, включила в круг изучения широкий спектр новых объектов. По своей общественной значимости она выросла из коротких штанишек, надетых на нее Э. Геккелем. Но мировая наука, ее формальные институты не сшили для экологии нового костюма не только из высокого престижа, но даже из признания в качестве равной среди равных. Экологию в современном понимании — мегаэкологию — встретили в научном сообществе в штаны, одновременно прикрывшись ею же как модным жупелом. Связано это прежде всего с корпоративностью научных дисциплин, их оторванностью друг от друга, инерционностью отраслевого мышления. Цикл дисциплин о выживании человечества (что может быть актуальнее?), как ни странно, не получил абсолютного права на гражданство в здании науки.

Глубинная причина этого явления, как кажется, в том, что «большой» экологии, или мегаэкологии собственно, и нет как единого целого. Имеется масса проблем, есть изначальная праматерь в виде биоэкологии, пусть

с не очень четкими логическими основаниями, но все же с давно складывающейся структурой, теоретическими посылками и так далее. В мегаэкологии всего этого пока не существует. Прежде всего нет фундаментальных теоретических основ. А раз так, то к экологии легко примкнуть, даже ничего в ней не смысля. И таких самозванцев очень много.

Все стали «экологами». Такого взрыва профанации знания не было в истории человечества. Без профессионалов никакая наука невозможна, это ясно. Очевидно, что профессионалов можно готовить лишь в профессиональных коллективах. А если этих коллективов нет, не возникнут и профессионалы. Замкнутый, порочный круг. Но экология — наука о проблемах. Вернее, прежде всего о них, так как каждая наука — дитя нужды. Она выполняет социальный заказ, а затем лишь возникает учение о специфических структурах и функциях. Доминанта проблем в экологии столь ярка, что мало кто осознает печальный факт отсутствия в ней профессионального костяка — фундаментального экологического знания и его носителей. Утерян даже смысл структуры экологического цикла наук. Раз все «экологи», то и почти всё стали называть «экологией», в том числе, как уже упомянуто выше, и охрану природы, и охрану окружающей человека среды. При этом начисто были смешаны и два последних понятия.

Совершенно очевидно, что конечные цели этих двух областей знания идентичны: сохранение всей природы Земли и ближайшего окружения человека ради здоровья и жизни людей. Но охрана природы «заходит» со стороны биосферных процессов, естественных ресурсов, их сохранения для развития человечества, с позиций той самой «глубокой экологии», о которой говорилось выше. А охрана окружающей человека среды концентрирует свое внимание прежде всего на потребностях самого человека, идет от него и непосредственно окружающей его среды — природной, социальной и техногенной. Следовательно, охрана природы продвигается от Земли к человеку, а охрана окружающей человека среды — наоборот, от человека к глобальным процессам. Нет сомнения, что это единый комплекс прикладного знания экологического цикла. Но экология ли в собственном смысле слова? Очевидно, что нет. Экология как таковая — лишь фундаментальная основа для природоохранного и средоохранного знания, основа неотъемлемая и совершенно необходимая. Все остальное — прикладные ее сферы. Они имеют свои постулаты и теоретические обобщения, базирующиеся на экологическом фундаменте.

Охрана природы — прикладная экологическая область знания о сохранении систем жизнеобеспечения Земли — одним словом может быть обозначена как созология («созо» — означает «спасаю»). Охрана окружающей человека среды — энвайронментология, или, короче, энвироника, а по-русски проще — средология. Не знаю, привьются ли эти названия, но ясно, что «охрана окружающей среды» — термин уродливый. Он многословен и фактически безграмотен, так как слово «окружающий» требует в русском языке определения — окружающий кого?

Общий цикл прикладных наук о защите природы и среды жизни (созологии и средологии) нуждается в обобщающем названии. Поскольку речь идет о среде жизни и природе в целом, напрашивается термин «натурология»¹. Менее определенен применяемый термин «прикладная

¹ Для «экологии жизненных сред», т. е. обозначения науки об окружающей живое среде были предложены и другие названия, прежде всего «мезология» (А. Бертийон, 1877) и употреблявшийся Э. Геккелем как синоним экологии термин «биономия». Во французской экологической литературе иногда ставят знак равенства между понятиями «экологические факторы» и «мезологические факторы». Однако по-русски «мезология» — «наука о среднем, срединном, промежуточном», а «биономия» — «наука, учение о жизни». В пер-

экология», так как он включает также промышленную (инженерную), сельскохозяйственную, промысловую экологии, эколого-экономические дисциплины и медицинскую экологию.

Как же выглядит все здание экологических наук — фундаментальных и прикладных? Фундаментальная ее часть взаимодействует с прикладными основаниями как круги, наложенные друг на друга, но с несовпадающими центрами. Сложнее выстроить структуру всего экологического знания. Ограничивать ли его надорганизменными системами с участием живого? Видимо, ныне это уже невозможно. Следовательно, современная биоэкология как классическая праматерь мегаэкологии наших дней может быть определена уже по-иному, чем в Биологическом энциклопедическом словаре, как совокупность научных дисциплин, исследующих взаимоотношения системных биологических структур (от макромолекулы до биосферы) между собой и с окружающей их средой или так, как сформулировано в сноске к с. 10. Классификация биоэкологии по иерархическим уровням биотических систем в этом случае будет выглядеть приблизительно следующим образом.

Эндоэкология:

- молекулярная экология (в том числе экологическая генетика, а возможно, и геноэкология как генетическая взаимосвязь всего живого);
- экология клеток и тканей (морфологическая экология);
- физиологическая экология (экология индивида) с разделами экологии питания, дыхания и т. п. (наоборот, физиология, экологическая этология и т. д. будут уже частями физиологии, этологии и других соответствующих наук).

Экзоэкология:

- аутоэкология (особей и организмов как представителей вида);
- демэкология (экология малых групп);
- популяционная экология;
- специоэкология (экология вида);
- синэкология (экология сообществ);
- биоценология (экология биоценозов);
- биогеоценология (учение об экосистемах различного иерархического уровня организации);
- учение о биосфере (биосферология);
- экосферология (глобальная экология).

При этом подразумевается лишь биологический подход к биосфере и составляющим ее экосистемам. Он может быть иным — географическим, химическим и т. д.

Термин «биосферология» иногда считают неудачным — сужающим многоаспектный подход к биосфере до одной «логии». Видимо, это дело вкуса, так как биология, геология и другие системы наук также весьма широки по подходам и их можно было бы именовать «учением о жизни», «учением о земной коре» и тому подобными многословными обозначениями. Однако если говорить о биосферных процессах в целом, то учение о биосфере так или иначе охватывает всю экологию со всеми ее разделами, ибо что ни случается с живым, оно не выходит за рамки биосферы. Даже космические аппараты несут с собой ее часть, а многие процессы гло-

вом случае мало понятно, о чем идет речь, а во втором возникает несоответствие между термином и его содержанием — среда жизни включает и абиотические экологические факторы. Если приложить его ко всей сумме знаний о защите природы и непосредственной среде жизни (вместо «натурологии»), то будет потеряна часть объекта этих областей знания, так как слово «биос» — «жизнь» как бы отсекает значительную часть объема уже сложившегося понятия «охраны окружающей (человека) среды».

бальной экологии определены живым веществом. Поэтому, видимо, биосферология, или биосферистика,— это наука о функционировании самой биосферы как экосистемы, а учение о биосфере как о всем многообразии естественных, антропогенных и социальных процессов в ней нечто иное, скорее всего глобалистика, где экология занимает лишь часть места. Глобальная экология выходит за рамки биосферы, изучая всю экосферу планеты как космического тела.

В изучении экосистем доступно выделить географическую, или ландшафтную, экологию (крупных надбиогеоценотических экосистем). Ее называют также геоэкологией. Существует и экологическая география — учение о географическом распространении экосистем. Экология микрокосма исследует и создает замкнутые системы жизнеобеспечения космических кораблей. Иногда ее называют космической экологией.

Возможно разделение биоэкологии по систематическим категориям организмов на экологию прокариот (микроорганизмов), грибов, растений, животных, человека и т. д. По среде жизни, экологическим компонентам, а также регионам доступно разделять экологию на экологию суши (а дальше по ландшафтам, экосистемам и т. д.), континентальных (пресных и соленых) водоемов, экологию моря (затем по его подразделениям — литорали, бентосу и т. д.), Крайнего Севера, высокогорий, леса, степи, почв, сельхозугодий, города; может быть выделена архитектурная экология (аркология) и т. д. По методам исследований различают химическую, биохимическую, биогеохимическую и другие аналогичные экологические дисциплины, по подходам к предмету — аналитическую и динамическую, а с точки зрения фактора времени — историческую и эволюционную экологию (дополнительно — археоэкологию и палеоэкологию).

В рамках изучаемых процессов выделяют экологию нашествий (массовые вспышки размножения организмов и причины их возникновения), экологию размножения организмов и т. п.

Довольно четко отделены прикладные — промысловая, сельскохозяйственная и промышленная (инженерная) — экологии. Последняя нередко близка к биотехнологии. Но иногда ее определяют как дисциплину, исследующую воздействие предприятий на окружающую их среду. Скорее подобное определение близко по содержанию к энвайроментологии и может быть названо энвайронменталистикой. Такой же пограничной дисциплиной выступает прикладная экология в целом. Выделяют медицинскую экологию, а в ее пределах экологию канцерогенеза и т. п. Из сельскохозяйственной экологии вычлениают экологию сельскохозяйственных животных и агробиологию. Есть тенденция особо выделять экологию домашних (несельскохозяйственных) животных и растений. В этот раздел экологического знания включают также экологию животных, содержащихся в неволе. Это важно для зоопарков.

Экологию человека рассматривают как аналог аутоэкологии в пределах экологии животных (воздействие на организм и его реакции) и с позиций взаимодействия антропосистемы со средой жизни. Очень многоаспектно понимание социальной экологии. Разделение этих экологических дисциплин, видимо, проще всего произвести по дуалистическим качествам самого человека¹. Когда речь идет об индивидуе, репродуктивной группе и т. д.— это экология человека; когда же рассматривается социальный ряд — личность, семья и т. д.— это социальная экология. Возможно и различение по особенностям среды жизни: экологию человека можно огра-

¹ Подробнее об этом сказано в главе 7.

ничить доминантой природных факторов, социальную — социально-экономических.

К социальной экологии тесно примыкает экология культуры. Все накопленное и овеществленное человечеством богатство не исчерпывается чисто материальными ценностями. Оно включает массив определенным образом организованной информации. Это и образы городов, парков, и библиотеки, музеи, и картины «очеловеченной природы». Для каждого народа или любого социального его слоя весь материальный культурный мир специфичен. Это создает предпосылки для развития этноэкологии, которая включает в себя и отношение этносов к природным ресурсам. Национальная специфика все еще очень заметна и сбрасывать ее со счетов не следует. Это касается и трудно уловимого национального духа, включая религиозные системы. Атеизм еще не означает избавления от давления общественно ассимилированных религиозных догм. Социальная наследственность очень цепко держит людей в своих руках. «Экология духа» в составе экологии культуры — весьма заметный элемент и вполне может быть объектом познания. Национальная вражда или хотя бы разобщенность, иногда лишь подспудная, — лучшее доказательство актуальности проблем «экологии духа». Если внутри общества, его социальной структуры отношения между людьми в значительной мере предмет социологии и социальной психологии, то весь комплекс мировосприятия ближе к «экологии духа». Правда, в этом комплексе присутствует и элемент экологии человека как таковой — экологического восприятия другого, физического ощущения от его присутствия (вид, запах, манеры и т. п.). Принятие или непринятие другого не просто социально-культурная воспитанная установка, но и психофизиологическая реакция.

Особо стоит остановиться на экологии народонаселения, близкой к этноэкологии. Если последняя изучает взаимосвязь населения с географической средой, формирующей этнос в ходе исторического процесса, то экология народонаселения рассматривает связи между процессами, возникающими в людских популяциях под влиянием меняющейся природной и социально-экономической среды жизни в более коротком интервале времени, например, при переходе от сельского к городскому образу жизни в течение одного-двух поколений. Выделяют природные, демографические, медико-биологические, психологические, социально-гигиенические, поведенческие, экономические и другие особенности среды жизни, воздействующие на людей (глава 7). Все эти показатели географически весьма изменчивы. Люди не только меняют для своих нужд внешние по отношению к себе условия жизни, но и сами социально-биологически приспособляются к этой многоликой среде. Экология народонаселения как бы служит частью социальной экологии, но в то же время оказывается шире ее, включая экологию человека в узком понимании термина (с доминантой природных факторов).

Самые общие экологические проблемы включают в общую экологию, а их часть — в математическую, или теоретическую экологию.

Отрасли экологии сложились с неодинаковой полнотой, по объёму они очень различны. Возникают все новые ее ветви. Сейчас их число равно примерно 50 (рис. 1.1). По смыслу хорошо структурированы созология (охрана природы) и средология (энвайроиментология). Их возможно достаточно четко описать в виде приведенной ниже рубрикации. Она после сказанного выше, вероятно, не требует подробных комментариев, кроме одного. Вопреки сложившейся структуре знаний, попытка изобразить натурологию на схеме, подобной приведенной на рис. 1.1 для экологии, оказывается тщетной. Натурологические дисциплины не имеют четких

названий и их очень трудно соподчинить друг другу. Поэтому нижеприведенная рубрикация скорее описательна, чем функционально-иерархична; классификационна, а не систематична. Это свидетельствует о неразвитости данной области знания, состоянии ее постепенного формирования как научной сферы. Однако объем и характер дисциплин рубрикация показывает.

Охрана природы и окружающей человека среды (натурология)

А. Общие проблемы

А.а. Методологические, методические и обобщающие работы в области охраны природы и окружающей человека среды

А.б. Прикладная экология. Экоразвитие. Экологическое планирование и прогнозирование. Экологическая экспертиза проектов

А.в. Природопользование. Общие начала ресурсного, территориального и отраслевого природопользования

А.г. Международное сотрудничество в области охраны природы и окружающей человека среды. Экологическая политика

1. Охрана природы (созология)

1.1. Учение о биосфере. Глобальная экология. Биогеоценология (учение об экосистемах)

1.2. Воздействие человечества на природу (глобальное, региональное и локальное)

1.3. Охрана подразделений биосферы, экосистем и сохранение их иерархий¹

1.3.1. Охрана геобиосферы

1.3.1.1. Охрана террабиосферы и ее экосистем

1.3.1.2. Охрана литобиосферы и ее подразделений

1.3.2. Охрана гидробиосферы

1.3.2.1. Охрана Маринобиосферы, ее подразделений и экосистем

1.3.2.2. Охрана аквабиосферы, ее подразделений и экосистем

1.3.3. Охрана аэробиосферы

1.4. Использование, сохранение и воспроизводство природных ресурсов и условий жизни

1.4.1. Изучение, контроль, оценка, прогноз состояния природной среды и естественных ресурсов

1.4.2. Охрана литосферы²

1.4.3. Охрана и воспроизводство почв

1.4.4. Охрана атмосферы (от подземной тропосферы до перехода к Космосу); охрана атмосферного воздуха

1.4.5. Охрана и воспроизводство количества и качества вод (суши, океана)

1.4.6. Охрана и воспроизводство растительности (продуцентов)

1.4.7. Охрана и воспроизводство животного мира (консументов)

1.4.8. Охрана и воспроизводство организмов-редуцентов

1.5. Воспроизводство природных систем, сохранение экологического баланса и уход за ландшафтом

1.5.1. Воспроизводство природных систем, поддержание их продуктивности, видового состава, информативности, энергетики. Проблемы массовых размножений вредителей и вспышек заболеваний. Компонентное поддержание экологического равновесия. Опустынивание

1.5.2. Охрана и уход за ландшафтом

1.5.3. Сепортология (территориальное поддержание экологического равновесия). Охраняемые природные территории и акватории. Заповедное дело

1.6. Экологическое прогнозирование и планирование

1.6.1. Географическое (экологическое) прогнозирование

¹ Классификацию подразделений биосферы см. в главе 2.

² Ряд авторов говорит о геологической среде и ее охране. Едва ли это верно по отношению к человеку. Для человека геологические образования как таковые не могут быть средой жизни, хотя опосредовано они воздействуют на людей и их хозяйство.

- 1.6.2. Ландшафтное (экологическое) планирование. «Строительство» ландшафтов
- 1.7. Социально-экономические проблемы охраны природы
 - 1.7.1. Экономические (включая политекономические) вопросы охраны природы. Экономическая оценка природных ресурсов
 - 1.7.2. Социальные вопросы охраны природы
 - 1.7.3. Юридические вопросы охраны природы
 - 1.7.4. Природоохранное обучение: воспитание, просвещение, образование и пропаганда
- 2. Формирование и охрана окружающей человека среды (средодогия, энвироника, энвайронментология)
 - 2.1. Экология человека
 - 2.1.1. Потребности человека
 - 2.1.2. Учение об окружающей человека среде. Природные факторы. Природно-антропогенные факторы. Социально-экономические факторы. Демографические факторы. Культурные факторы
 - 2.1.3. Охрана и улучшение среды жизни людей («качества» жизни). Этикоэкология. Социальная экология. Экология народонаселения
 - 2.1.4. Влияние природной среды жизни и ее антропогенных изменений на здоровье человека
 - 2.1.5. Воспроизводство человека
 - 2.2. Природная и материальная среда обитания человека и их охрана
 - 2.2.1. Природная среда и ее зонально-географические и региональные варианты
 - 2.2.2. Квазиприродная среда (культурных ландшафтов), ее формирование
 - 2.2.3. Среда населенных мест (артеприродная среда)
 - 2.2.3.1. Городская среда, ее формирование и охрана
 - 2.2.3.2. Сельская среда, ее формирование и охрана
 - 2.2.3.3. Производственная среда. Охрана труда
 - 2.2.3.4. Среда жилых помещений
 - 2.2.4. Рекреационная среда и ее формирование
 - 2.2.4.1. Природная среда. Национальные парки, турнстские маршруты
 - 2.2.4.2. Курортная среда. Курортные зоны и их организация
 - 2.2.4.3. Пригородная среда. Зеленые зоны, лесопарки, парки
 - 2.2.4.4. Среда населенных мест. Природно-исторические парки и ансамбли, архитектурная среда
 - 2.2.5. Отраслевые проблемы охраны окружающей человека среды
 - 2.2.5.1. Энергетика
 - 2.2.5.2. Промышленность:
 - добывающая
 - обрабатывающая
 - 2.2.5.3. Строительство
 - 2.2.5.4. Транспорт
 - 2.2.5.5. Связь
 - 2.2.5.6. Агропромышленный комплекс (пестициды, минеральные удобрения и др.)
 - 2.2.5.7. Лесопромышленный комплекс
 - 2.2.5.8. Морской промысел, рыбное хозяйство
 - 2.2.5.9. Коммунальное хозяйство. Сфера услуг
 - 2.3. Культурная среда обитания человека и ее сохранение
 - 2.3.1. «Экология культуры». Историческая и национальная среда обитания человека. Охрана памятников культуры
 - 2.3.2. «Экология духа». Среда человеческого общения. Информационная среда жизни
 - 2.4. Стихийные и случайные нарушения среды жизни. Теория риска
 - 2.4.1. Стихийные бедствия, меры их предупреждения и борьба с последствиями
 - 2.4.1.1. Природные стихийные бедствия
 - 2.4.1.2. Природно-антропогенные бедствия
 - 2.4.1.3. Антропогенные катастрофы и аварии
 - 2.4.2. Несчастные случаи, причины их возникновения и борьба с ними
 - 2.5. Загрязнение среды: контроль загрязнений (мониторинг) и конструктивная энвайронменталистика
 - 2.5.1. Физическое загрязнение среды и борьба с ним
 - 2.5.1.1. Механическое загрязнение (замусоривание)
 - 2.5.1.2. Тепловое загрязнение
 - 2.5.1.3. Защита от шума, вибрации, электрических, магнитных полей. Световое загрязнение
 - 2.5.1.4. Защита от излучений (радиации)
 - 2.5.2. Химическое загрязнение окружающей человека среды. Факторы и способы его снижения
 - 2.5.2.1. Факторы и источники загрязнения, контроль загрязнений. Вещества и материалы, загрязняющие среду жизни

- 2.5.2.2. Отходы, их обезвреживание и использование. Очистка. Малоотходная технология
- 2.5.2.3. Загрязнение природных компонентов (литосферы, почвы, атмосферы, вод суши и океана, растительности, животных)
- 2.5.2.4. Загрязнение пищевых компонентов (продуктов питания, питьевой воды и т. п.)
- 2.5.3. Биологическое загрязнение окружающей человека среды, борьба с ним
 - 2.5.3.1. Карантинные виды животных и растений
 - 2.5.3.2. Нежелательные интродуценты
 - 2.5.3.3. Вновь возникающие формы жизни (главным образом вирусы)
 - 2.5.3.4. Конструируемые (генной инженерией) формы жизни
- 2.5.4. Информационное загрязнение среды жизни
 - 2.5.4.1. Рефлекторно-информационное
 - 2.5.4.2. Через средства массовой информации и коммуникации
- 2.6. Социально-экономические и политические вопросы охраны окружающей человека среды (экономические, социальные, юридические, просветительно-образовательные, международные). Экономическая и социальная (внеэкономическая) оценка среды обитания человека, общественной эффективности ее создания и поддержания

Нетрудно заметить, что раздел 2.5 рубрики (молисмология) так же важен для формирования среды жизни человека, как и для других организмов. Тут созология и средология смыкаются, хотя и остаются самостоятельными: первая интересуется воздействием загрязнений на мир растений и животных, а вторая рассматривает роль загрязнений в жизни человека — как непосредственно, так и через окружающий его живой и косный мир.

Обширное поле экологии и экологически ориентированных наук охватывает все области практики. Принято считать, что ныне возникает экологическая культура или, во всяком случае, человечество переходит к формированию экологического этапа общемировой культуры. Для высокоразвитых стран такая точка зрения может быть принята. Для стран третьего мира едва ли она справедлива. Там лишь начинают говорить о проблемах среды жизни в основном как о неизбежных и пока не устранимых или с трудом ликвидируемых тяготах. Сама мысль о необходимости экологизации в этих странах так или иначе подавляется, а экологические движения нередко считаются антигосударственными, подрывающими социально-экономические устои страны. Обладая значительными территориями и не предъявляя высоких требований к сохранению среды жизни, многие развивающиеся страны стали ареной вывоза загрязнений в двух основных формах: 1) размещения предприятий с вредными выбросами и, как правило, с устаревшей технологией, в том числе очистки и 2) размещения полигонов захоронения химически вредных и радиоактивных веществ. Наука о географии загрязнений (геомолисмология) пока не существует ни в физико-географическом, ни в экономико-географическом плане. Между тем глобально от перемены места загрязнения сумма воздействий изменяется очень мало (главным образом лишь в смысле отсутствия островных эффектов — равномерность распределения загрязнений несколько повышает буферные свойства глобальной среды).

Очевидно, в ближайшее время появятся новые экологические дисциплины, особенно в сфере эколого-экономических наук. Пока было известно два основных направления — экология (биоэкономика, политэкология, эколономия, другие синонимы) и конкретная экономика природопользования, включая экономику сохранения природы и окружающей человека среды. Оба эти направления не имеют пока достаточно глубокого теоретического базиса и находятся в начале пути развития.

Первоначально в 60—70-е гг. на Западе очень бурно развивалось теоретическое направление «эконэкол» (экономика+экология). Затем оно сделалось сугубо прикладным, наработанное знание перекочевало в банковские кабинеты, а также стало путеводной нитью для страховых

фирм, учитывающих «экологические» параметры и угрозы. Теория «экологического» рынка не была разработана, хотя такой рынок, как и экологический бизнес, его порождающий, как будет показано в главе 6, существует и играет достаточно заметную общественную роль.

Вообще экологический цикл знаний еще переживает младенческий период и только становится на ноги. У нас в стране в настоящее время царствует профанация экологии. Эта наука отнесена к отделению общей биологии Академии наук, т. е. центр тяжести по-прежнему лежит в области биоэкологии. Между тем экология — биологизированная, биоцентрическая наука, но не биология. Пока фактически ей не представлено место в научном сообществе бывшего СССР.

Очевидно, возможны два пути развития экологической науки и прежде всего в стенах Академии наук. Первый путь — создание профессионального, в основном проблемного экологического центра, а параллельно и совместно центра по экологическому образованию. Второй путь — формирование самостоятельного академического Отделения экологии, для начала выделив в его состав два-три института наиболее подходящего профиля и постепенно расширяя их сферу деятельности. У обоих путей есть плюсы и минусы. Пожалуй, создание научного экологического центра по типу пущинского биологического и других подмосковных центров, но пока в пределах Москвы, имеет то преимущество, что легче будет готовить кадры и не будут столь сильно довлеть традиции уже сложившихся научных коллективов имеющихся институтов. К этому центру можно было бы подключить уже созданные институты экологии Волги, водных и экологических проблем (созданы в Сибири и на Дальнем Востоке). Однако следует иметь в виду, что эти учреждения еще очень слабы. Их усиление возможно лишь на базе целеустремленной подготовки молодых кадров.

Не менее слабы, особенно методологически, многочисленные центры, возникающие во многих регионах, типа Института региональных экологических проблем Львовского университета, Ивано-Франковского Карпатского центра инженерной экологии, экологических кафедр некоторых университетов и других вузов, экологического факультета Казанского университета, экологических центров различного названия и ранга (малых предприятий и т. п.). Постепенно они будут крепнуть, но при отсутствии методологического центра их развитие будет идти медленно. Желательно усиление центра экологического образования в Москве, в том числе в Московском университете, имеющем факультет повышения квалификации в области биоэкологии. Очень актуально создание информационных сетей, без которых наука развиваться не сможет.

Недостаточно консолидировалась экология как наука и в остальном мире. Многочисленные фирмы осуществляют практические работы по экологическому планированию, экологической экспертизе технических проектов и крупных хозяйственных начинаний, идет обучение студентов управлению качеством среды жизни и процессами природопользования, но вся эта деятельность не имеет под собой глубокого теоретического фундамента, она сугубо эмпирична, хотя порой и достаточно успешна. За рубежами нашей страны особенно значима массовость проводимых исследований, хорошо налаженный обмен информацией. Однако и упомянутые выше экспертные фирмы и большинство экологических университетских центров с методологической точки зрения не достигают высокого уровня. Зато использование результатов в практике очень эффективно. И это компенсирует весьма средний уровень самих разработок. У нас же научные результаты, как правило, остаются невостребованными и не выходят за рамки нереализуемой теории.

Было бы весьма полезно объединить сильные стороны советской теоретической школы с прагматизмом западных фирм. Уже сейчас это постепенно происходит и, надо надеяться, будет выгодно обеим сторонам. Кроме того, и теоретическая наука Запада может найти себе применение на уровне общего стремления к созданию глобального экологического мировоззрения, в том числе на территории нашей страны. Следует всячески приветствовать совместные разработки многих стран мира. Необходимы международные научные центры, подобные тем, которые существовали на заре развития генетики.

Для формирования высокопрофессионального ядра и региональных центров экологических наук понадобится еще не менее 5—10 лет. Они должны включать сравнительно небольшие научные подразделения, более крупные проектно-планировочные и инженерно-конструкторские объединения. Сейчас необходим научно-прикладной цикл, начинающийся фундаментальными исследованиями и заканчивающийся конкретными проектными разработками или хотя бы предпроектными рекомендациями с последующей квалифицированной экспертизой проектов и хозяйственных начинаний. Очень важны работы по «экологической» сертификации техники, технологий и хозяйственных начинаний. Они часто бывают порочны в своей методологической основе. Изменить же ситуацию, когда она уже сложилась, весьма нелегко. А ее развитие бывает порой, например, как в Средней Азии, разорительно и даже катастрофично.

Было бы вполне логично учредить постоянный Международный экологический центр (или клуб) типа существующих институтов мира или Римского клуба и переориентировать Международный институт системного анализа под Веной на преимущественно экологические исследования. Международный экологический центр (при нынешней любви к пышным названиям его можно было бы назвать Всемирной академией экологии) мог бы разрабатывать пути выхода из современного экологического кризиса и вообще основы экоразвития и экополитики, в том числе региональной и местной (см. главу 6 и приложения).

ГЛАВА 2

СТРУКТУРА БИОСФЕРЫ

...знать, что (именно) есть, и знать почему есть, означает одно и то же.

Аристотель

Естественный ход человеческой мысли: что есть? где есть? когда есть? каким образом, почему есть? какое имеет значение? и что и как, в какое время следует сделать для собственного блага, т. е. как существующим можно и нужно управлять? Удобная классификация, а затем и строгая естественная систематизация явлений, определение внутренней структуры предметов обычно предшествуют их объяснению, даже определению механизмов функционирования. Однако в учении о биосфере определению ее структуры первоначально не было уделено достаточного внимания. В. И. Вернадский ограничился лишь довольно беглым обзором геологи-

ческих оболочек и геосфер Земли¹. В дальнейшем основные усилия были направлены на исследование отдельно суши и океана, а также биосферы как целого с ее геохимией, круговоротами веществ и потоком энергии, порождающим эти круговороты, с одной стороны, и на изучение элементарных экосистем — биогеоценозов с их энергетико-вещественными свойствами, с другой. Если провести аналогию с организмом, то в поле зрения попали прежде всего индивид как целое, самые крупные его блоки и отдельные клетки, а составленные ими ткани, органы и системы органов — вся внутренняя иерархия систем — оказались вне поля пристального внимания ученых. Поскольку не было ответа на вопросы что? и где?, фактически структуру биосферы целенаправленно не изучали, особенно в количественных показателях, и до сих пор приходится базироваться на в значительной мере умозрительных схемах². Однако без них едва ли возможно дальнейшее развитие науки и практики. И, наоборот, как показывает мировой опыт, исследования в рамках даже приблизительных структурных набросков дают обильные плоды: ведь прежде всего нужно знать, что изучать. Это заставляет продолжить структурную линию учения о биосфере.

Такое продолжение тем более необходимо в связи с тем, что антропогенные воздействия направлены одновременно на всю иерархию экосистем планеты — от элементарных биогеоценозов до глобальной биосферы. Люди как правило преобразуют для своих нужд значительную нижнюю часть лестницы соподчиненных природных систем, а на верхнюю ее часть оказывают главным образом опосредованное воздействие. Если не знать, на какие экологические структуры направлено «давление» человечества и как эти структуры связаны между собой, то невозможно ни предсказать последствий такого давления, ни вычленишь и спрогнозировать естественные события, протекающие в биосфере. Вся практика отношений в системе природа — человек требует ответа на вопросы, упомянутые в начале этого раздела книги.

2.1 ПОДСФЕРФЫ И НАДСФЕРЫ

Общеизвестно, что жизнь сосредоточена в трех традиционно выделяемых геосферах: в атмосфере, в гидросфере, а также на и в литосфере (ее верхних слоях). Соответственно подразделение биосферы — аэробiosфера (населенная аэробиионтами), гидробiosфера (с гидробиионтами) и геобiosфера (ее населяют геобиионты). Обращает на себя внимание тот факт, что жизнь не только сосредоточена на земной поверхности, но имеется и внутри земной тверди, хотя бы в подземных водах. Биоценозы над водой и на ней в пленке поверхностного натяжения практически не существуют. Они либо внутриводные, хотя бы плейстонные, либо, подобно манграм, сухо-

¹ В. И. Вернадский. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. С. 121—137.

² Многие ученые вообще отрицают реальность экосистем и их иерархию, указывая на наличие непрерывного континуума. Дискретность и непрерывность всегда сосуществуют в природе бок о бок, поэтому едва ли в споре о них есть хоть какой-то реальный предмет. В конечном итоге все организмы Земли взаимосвязаны, подобно клеткам в теле. Но ведь в теле есть и органы, и мы этого не отрицаем. Есть и ткани, некоторые из которых, подобно нервной пронизывают все наше тело. И дискретность органов реальна, а не придумана для удобства описания. Системно объективен и общий континуум всей особи и организма. Он, организм, есть собрание индивида с сопряженными существами, а те взаимосвязаны с другими и так далее. Следовательно, и каждый из нас — член континуума. Но в то же время все мы — объективные отдельности. Трудно понять, почему продолжаются споры. Видимо, оттого, что делаются попытки найти жесткие, резкие границы, а в природе они — редчайшее исключение.

путно-водные, но не строго воздушно-водные как у границы сред на суше¹, где формируется обширная фитосфера, образованная толщей наземной растительности с сопутствующими представителями других царств природы и объединяющая фактически все три среды жизни — воздушную, водную и твердую (см. рис. 2.1)².

Фитосфера — наиболее продуктивный слой на суше — вместе с освещенными слоями гидросферы (ее фотосферой) составляет биофильм, или биокалимму, т. е. активную пленку жизни. Но фитосфера не исчерпывает той биосферной структуры, которая системно образовалась на поверхности суши — террабиосферы (с террабионтами). В последнюю входит и «чисто» гетеротрофная эоловая зона высокогорий, существующая за счет приноса органики извне, с меньших высот. Фитосфера и эоловая зона составляют биогеоценотический покров, по В. Н. Сукачеву³. Террабиосфера имеет и системное иерархическое членение, к которому мы обратимся ниже, а сейчас необходимо сосредоточить внимание на том, что жизнь не ограничена лишь поверхностью суши. Она проявляется, хотя и не столь явно, как на поверхности, в глубинах литосферы и особенно в подземных водах. Эту часть биосферы предлагается назвать литобиосферой (с литобионтами). Слой разреженной жизни под педосферой (с ее педобионтами), образованной почвенной синузией фитосферы или, по воззрениям В. И. Вернадского, всей толщей слоя интенсивного выветривания⁴, можно назвать хипотеррабиосферой или гипотеррабиосферой (возможно, хипогеобиосферой или гипогеобиосферой) в зависимости от мягкого или твердого произношения греческой приставки *huro* — внизу, снизу, под. Жизнь в глубинных слоях литосферы (глубже 1 км, ниже кислородной границы), особенно в ее водах, можно обозначить термином теллуробиосфера⁵ (лат. *tellus, telluris* — земля).

¹ На воде и над нею живут лишь отдельные организмы, например, насекомые типа водомерок, птицы, отчасти киты и морские змеи, некоторые растения. Однако птицы для гнездования нуждаются хотя бы в небольших участках суши или в растительности мелководий, растущей на твердом субстрате и поднимающейся сквозь воду в воздушную среду. Киты, змеи и другие аналогичные организмы появляются на водной поверхности только на относительно короткое время для пополнения запасов атмосферного воздуха. Поверхностно-водные насекомые и растения очень малочисленны. Ценозов как таковых на воде практически не существует, если не говорить о ее подповерхностной пленке, которую все же следует относить либо к водной среде, либо к своеобразному экотону, пограничному между водой и воздухом. Толщина подобных образований как правило ничтожна — не более нескольких сантиметров.

² Очень досадно, что И. И. Дедю, включив в Экологический энциклопедический словарь (1989) неоднократно публиковавшуюся мною схему строения биосферы, в том числе воспроизведя на с. 38 цветной рисунок, увы, с погрешностями, из журнала «Наука и жизнь» (1987. № 10. С. 32) во многих статьях (например, «Маринобиосфера») ставит знак равенства между понятием сферы (или другого населенного пространства) и биотой, находящейся в ее пределах. Неверно и отождествление понятия «биосфера» (см. эту статью в словаре И. И. Дедю) с биогеоценотическим покровом Земли и ее экосферой. Все это говорит о том, насколько тяжело воспринимается не только экологическая теория, но и само представление о биосфере и ее структуре.

³ См. «Предисловие к русскому изданию» М. С. Гилярова и статью Дж. Хатчисона «Биосфера» в книге «Биосфера» (М.: Мир, 1972. С. 5—25). Оригинал: *The Biosphere// Sci. Amer.* V. 223. No 3. September. 1970.

⁴ Такое толкование вполне логично, но лишь в случае, если педосферу нацело относить к литобиосфере, однако, скорее, это часть, принадлежащая к двум подсферам мирюемая главным образом физико-химическими процессами и наземной жизнью, прежде всего растительной: без ее полога нет почв.

⁵ Термины хипотеррабиосфера (хипогеобиосфера) и теллуробиосфера, как и все другие, составленные тремя, даже четырьмя элементами (хипо-терра-био-сфера), нельзя признать удачными. Они слишком тяжелы для произношения. Однако на первом этапе они оправданы тем, что точнее, чем более простые слова, определяют пространственное положение и функциональное значение обозначенного ими образования. Позже, вероятно, им будут найдены более легко произносимые эквиваленты.

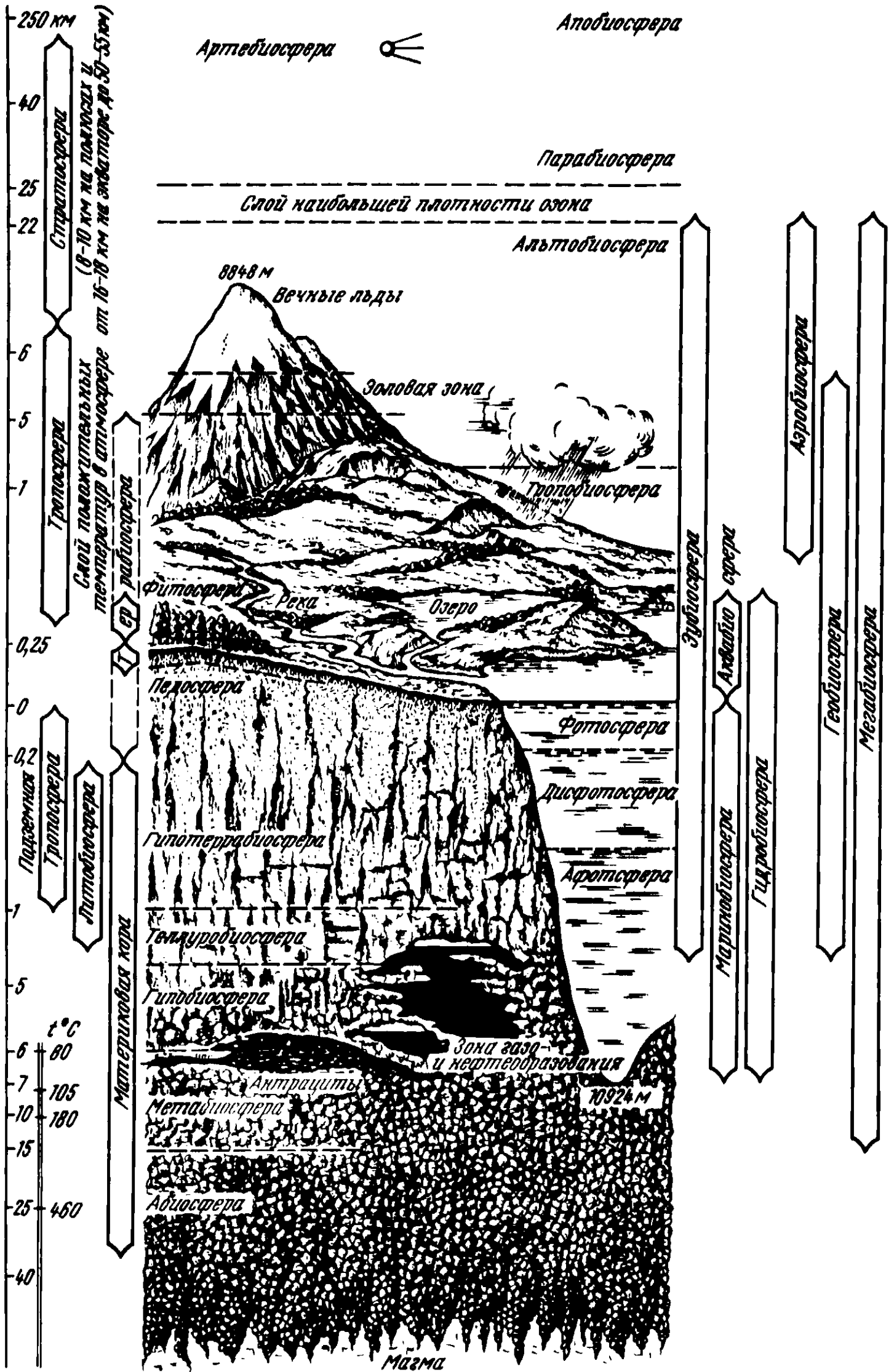


Рис. 2.1. Строение биосферы

Раздел между гипотеррабиосферой и теллуробиосферой лежит на кислородной границе, ниже которой подземные воды не содержат свободного кислорода, поэтому не населены организмами-аэробами. Эта граница расположена на глубине нескольких сотен, максимум до тысячи метров¹ от поверхности Земли.

Существует немало видов, особенно животных, обитающих только в подземных водах — стигобионтов, или троглобионтов. Они населяют пещерные водоемы и пластовые воды. Часть этих организмов (стигоксены и стигофилы) проникли в пещеры и там приспособились к новым условиям существования или живут как под землей, так и в поверхностных водах. Другая часть, как считается, представляет собой осколки древних биот, сохранившихся только в подземных водах и исчезнувших на поверхности планеты. Биоценозы их очень разрежены, но хемосинтезирующие бактерии достаточно обычны. В жизни подземных существ нет никаких ритмов. Они растут, размножаются, бывают активны круглогодично. Литобиосфера действительно особый мир жизни.

Жизнь может существовать, хотя бы теоретически, и глубже. В гидротермах дна океана («черных курильщиках») на глубинах в 3 км и давлении около 300 атмосфер были обнаружены организмы, живущие при 250° С. Вода тут не кипит из-за высокого давления (пределы жизни ограничены точками превращения воды в пар и сворачивания белков). Перегретая жидкая вода обнаружена в литосфере до глубины 10,5 км, так что теоретически там могут существовать и организмы. Глубже 25 км, по оценкам, должна существовать критическая температура в 460° С, при которой при любом давлении вода превращается в пар, и жизнь невозможна.

Случайно попавшие в глубь земных пластов организмы, уже не способные к активному метаболизму из-за высоких температур и огромного давления горных пород, но живые — в виде спор и цист, составят гипобиосферу — аналог парабииосферы в атмосфере (см. ниже). Глубже расположен слой эволюционно биогенной литосферы без признаков современной активной жизни — метабиосфера. Тут он уже представлен в «чистом виде», хотя фактически метабиосфера в ином понимании — как слой земной коры, сформированный с участием жизни, — вертикально начинается с педосферы и занимает всю стратисферу. Ниже гранитного слоя нет ни современного, ни геологически прошлого воздействия жизни или оно нацело стерто глубинными процессами. Тут расположена абиосфера планеты как космического тела.

Продвигаясь вверх от поверхности Земли, как это было только что проделано при движении в ее глубины, обнаруживаем весьма разреженную жизнь аэробииосферы, где в нижнем слое тропобиосферы она представлена не только микроорганизмами и вирусами, главным образом живущими в капельках атмосферной влаги, но довольно многочисленными представителями животного и растительного миров, поднимающимися с поверхности земли и растительного покрова. Тут обычны биогенные вещества — биолины, фитонциды и др., вообще ощущается мощное воздействие наземной жизни, в том числе отражающееся на ионном составе воздуха, обогащенном легкими ионами. При этом та часть атмосферы, что густо заполнена летающими, парящими и пассивно переносимыми наземными и водными организмами и их органами и частями (спорами, летающими семенами, пылью и тому подобным) следует, видимо, отно-

¹ Появились сообщения, что подземная тропосфера распространена до глубины в несколько километров.

силь к экотону между террабиосферой и гидробиосферой с одной стороны, и тропобиосферой с другой (от нескольких метров до примерно 50—300 м над поверхностью земли и воды в зависимости от высоты растительности, волн и местных условий), а вышележащие слои, куда залетают лишь отдельные представители наземной жизни (птицы, насекомые) или в которой в отдельные периоды переносятся их значительные массы (стаи саранчи, скопления некоторых бабочек, перелетные птицы и другие) — к собственно тропобиосфере. Над последней вне слоя положительных температур лежит относительно тонкий слой альтобиосферы (лат. *altus* — высокий). Он приблизительно соответствует эоловой зоне на суше. Здесь жизнь возможна лишь благодаря прямой солнечной инсоляции, тогда как температура среды не поднимается выше 0° С.

Необходимо обратить внимание на то, что тропобиосфера и альтобиосфера по локализации не совпадают с тропосферой и стратосферой атмосферы — оба биосферных слоя лежат в пределах атмосферной тропосферы и лишь верхний теоретический предел альтобиосферы достигает границы между тропосферой и стратосферой. Введенные названия лишь подчеркивают очередность расположения слоев аэробииосферы.

Над альтобиосферой расположен слой случайного заноса организмов и их спор, как и в гипобиосфере земной тверди, не способных к активному метаболизму, но не из-за высокой температуры и давления, а, наоборот, из-за низкой температуры, малого атмосферного давления и воздействия космического излучения и коротковолновой части солнечного спектра. Дж. Хатчисон¹ назвал этот слой парабиосферой. Выше слои атмосферы лишены жизни, но могут содержать биогены. Это апобиосфера — аналог метабиосферы глубин Земли.

Функциональное сложение аэробииосферы недостаточно ясно. Нет уверенности в том, что в ней формируются экосистемы в собственном смысле слова, обладающие самостоятельными круговоротами веществ. Возможно, таких круговоротов нет, вещество в атмосфере транзитно перемещается, поднимаясь от поверхности Земли и на нее же опускаясь (с глобальным циклом перемешивания в атмосфере длительностью около 2 лет) или вылетая за пределы притяжения нашего космического тела. Однако какая-то организация в этих процессах существует, они как-то связаны и с биогенным транзитом веществ с суши в океан и обратно. Этот вопрос, видимо, пока совершенно не изучен, хотя растворение СО₂ в водах океана и особенно гидрологические циклы исследованы довольно подробно. Привлекли внимание и переносы в атмосфере других веществ. Медики указали на практически важные миграции в аэробииосфере вирусов и микробов. Но все это — отдельные фрагменты еще иеясной глобальной картины.

Гидробиосфера намного лучше изучена и явно распадается на два системных образования — океаническое и континентальных водоемов — океанобиосферу, или Маринобиосферу, с Маринобионтами и аквабиосферу с аквабионтами. Оба эти образования имеют сложную структуру, принятую в гидробиологии (плейстон, планктон, бентос и т. д.). Однако с точки зрения учения о биосфере и существующих потоков энергии в этом образовании логично выделить освещенную часть — фотосферу, слой слабого освещения — дисфотосферу и афотосферу, лишенную света. Такое разделение основано практически на тех же принципах, как и деление литобиосферы.

Фитосфера с ее функциональной частью — педосферой, получающая максимум энергии от Солнца, аналогово соответствует фотосфере гидро-

¹ Хатчисон Дж. Биосфера//Биосфера. М.: Мир, 1972. С. 5—25.

биосферы (и, как сказано выше, вместе с нею составляют биофильм, или биокалимму), гипотеррабиосфера обеспечивает биогенными веществами аналогично дисфотосфере океана в основном из вышерасположенного слоя жизни, а теллуробиосфера и афотосфера вод — аналогово-генетически очень близкие образования, к тому же, вероятно, и сходного геологического возраста (едва ли глубинные воды были лишены жизни на заре ее развития; скорее всего наземная жизнь моложе подземной, как и глубинно-океанической¹).

Видимо, под дном океана, в его базальтах жизнь отсутствует. Следовательно, можно предположить, что максимальные глубины проявления жизни на суше ограничены, по В. И. Вернадскому, изотермой 100° С (по современным данным, возможно, более высокой температурой). По глубине, согласно новейшим сведениям, полученным при бурении Кольской сверхглубокой скважины, это приблизительно 5—6 км². В пределах океана распространение жизни наблюдается до его наибольших глубин — около 11 км.

Вверх от поверхности Земли жизнь с активным обменом веществ идет от изотермы 0° С или чуть более низкой температуры преимущественно до 6 км по вертикали. Таким образом, собственно биосфера, или эубиосфера — слой активной жизни, занимает на суше толщину максимум в 12 км, а в пределах океана 17 км по вертикали. Эти числа значительно меньше, чем предполагалось раньше (20—22 км и даже более)³.

Сфера случайного попадания живых организмов и осадочных биогенных пород — мегабиосфера — охватывает толщу около 50 км (от границ парабиосферы до пределов метабиосферы), причем едва ли живые организмы тут не погибают. Островки биосферы, создаваемые человеком в космических кораблях, Н. Б. Вассоевич и А. Н. Иванов⁴ предложили называть артебиосферой, в зону экспансии жизни за пределы естественной биосферы Земли — панбиосферой. Последняя теоретически может охватывать все мировое пространство, но практически она ограничена ближайшим Космосом.

Термин панбиосфера Б. С. Соколов предложил⁵ для обозначения «вечной» биосферы, т. е. земной биосферы во времени. Вероятно, лучше особо подчеркнуть временной характер термина и обозначить палеонтологическую, эволюционную череду былых биосфер в совокупности с нынешним этапом ее развития термином хронобиосфера.

Как уже упомянуто, литобиосферу и аэроббиосферу в рамках учения о биосфере пока можно считать почти *terra incognita*. Широкомасштабного

¹ Сейчас усиленно обсуждается вопрос о возможности зарождения жизни в гидротермах океанических глубин.

² Фактически живые микроорганизмы обнаружены в буровых скважинах на глубинах до 4 км, а микробиологические останки — до 7 км.

³ Теоретически вертикальный предел возможных проявлений жизни в верхних слоях атмосферы лежит на высотах около 100 км. Выше над Землей температура достигает +120 и более градусов. Нижняя теоретическая граница биосферы, как упомянуто выше, лежит на глубине около 25 км. Тут вода находится в критическом состоянии: при 460°С она при любом давлении остается парообразной. Есть ли подобные «черным курильщикам» образования в толще литосферы, пока не установлено. Если да, то в перегретой воде они могут достигать глубины 10,5 км, и тогда толщина биосферы на суше будет примерно равна ее толще в океанических областях.

⁴ Вассоевич Н. Б., Иванов А. Н. О биосфере и мегабиосфере // Ж-л общей биологии. 1983. Т. 44. № 3. С. 291—303.

⁵ Соколов Б. С. Палеонтология, геология и эволюция биосферы // Проблемы эволюции геологических процессов. Новосибирск, 1981. С. 156—166. Он же. Жизнь и геология // Человек и природа. 1982. С. 7—47.

исследования жизни в этих сферах практически не проводилось. Это очень досадное упущение, так как антропогенное загрязнение атмосферы и подземного пространства, безусловно, уже изменило состояние жизни в этих сферах.

Внутренняя структура жизни в лито- и аэробiosфере при ее разреженности может показаться несущественной. Едва ли это верно. Жизнь в атмосфере, по всей вероятности, тесно связана с наземной, в частности, с распространением некоторых бактериальных и вирусных болезней. В земных глубинах, куда проникают стоки с поверхности земли (к тому же жидкие токсичные отходы специально закачивают, а твердые, в том числе радиоактивные — хоронят в глубинах литосферы), также должны происходить явления, не могущие не влиять на наземную жизнь, поскольку воды рек и отчасти озер рождаются в недрах планеты. Сколь активен обмен водами между поверхностью суши и ее недрами, пока не слишком ясно. Имеются ли биотические связи между организмами, живущими под землей, и хотя бы гидробионтами, населяющими грунты побережий водоемов, тоже очень мало известно. В какой-то степени, видимо, да, но в какой — неясно. Гидрогеобиология, или стигобиология (наука об организмах подземных вод — стигобионтах) пока окончательно не сформировалась как самостоятельная дисциплина и мало что может сказать об этих процессах. Стигобиология и стигобионты даже не упомянуты в Биологическом энциклопедическом словаре (М.: Сов. энциклопедия, 1986¹). Тут есть широкое поле для будущей деятельности биологов и экологов и очевидное сосредоточение потенциальных проблем.

Гидробиология — очень развитая наука. Но с точки зрения учения о биосфере ее ахиллесова пята — расчленение на почти не смыкающиеся друг с другом разделы, изучающие планктон и бентос, другие подразделения водного биоса, порой еще более дробные — фитопланктон, зоопланктон, микропланктон, пикопланктон... Общего представления о жизни вод не создает даже общая гидробиология. К сожалению, в явно трехмерном водном пространстве гидробиологическая наука оперирует главным образом двумерным научным инструментарием — картами, профилями и тому подобным, не создавая натурные объемные модели. В результате пока очень трудно уловить взаимосвязь между водными экосистемами, построить их иерархию. Положение осложняется еще и тем, что поверхностные и глубинные экосистемы не обязательно связаны по точной вертикали. Скорее наоборот, они могут быть пространственно (а, следовательно, картографически) удалены друг от друга и функционально связаны течениями, переносом биогенов и тому подобными зависимостями. Построение функциональной объемной модели океанобиосферы, видимо, дело ближайшего будущего.

Поскольку та же проблема характерна и для литобиосферы, где должны наблюдаться как вертикальные, так и горизонтальные переносы вещества, а, более того, для выявления взаимоотношений между подсферами биосферы, где перенос идет во всех возможных направлениях, такую модель следует рассмотреть хотя бы в чисто умозрительно-теоретическом плане. Для краткости и наглядности возможные варианты переносов изображены на рис. 2.2, где как горизонтальный, так и вертикальный масштаб условен. Стрелками от точки 1 показаны вероятные пути миграции веществ из атмосферы и в ее пределы. Такие же стрелки от точки 2 и 2а символизируют

¹ В отечественной литературе о стигобионтах и вообще жизни подземных вод можно прочесть в «Экологических очерках о природе и о человеке» под редакцией Б. Гржимека (М.: Прогресс, 1988. С. 354—364).

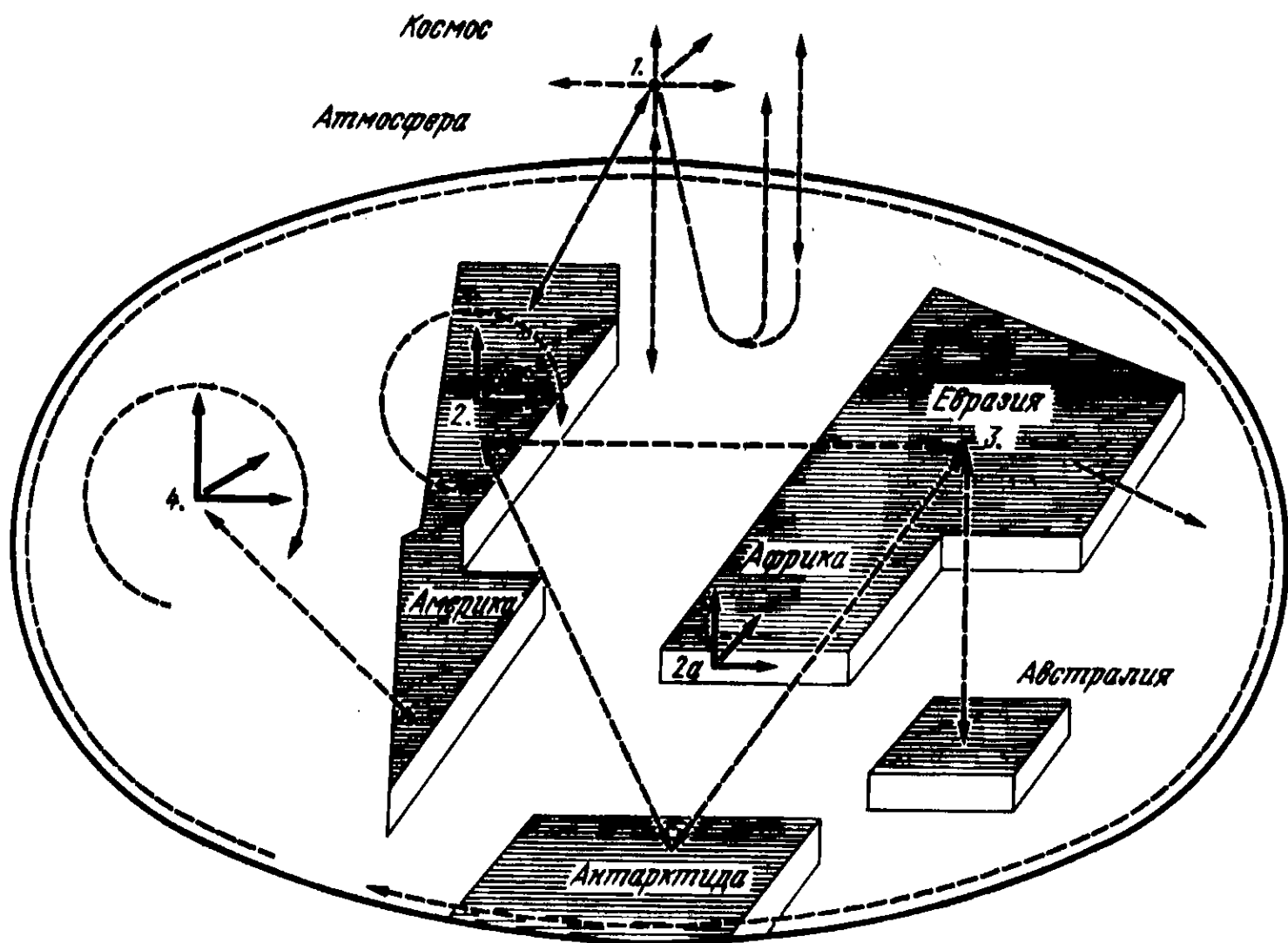


Рис. 2.2. Схема глобального переноса веществ (пояснения в тексте)

возможные направления переносов в пределах геобиосферы (террабиосферы и литобиосферы). От точки 3 показана схема межматериковых переносов и в направлении от суши к океану. Варианты направлений переноса веществ от океана символизируют стрелки от точки 4. Изгибы стрелок акцентируют внимание на непрямолинейности переносов. Отсюда соотношение биосферных структур может напоминать изгибающуюся в океане, атмосфере и отчасти в пределах литобиосферы змею, к тому же перемещающуюся во всех трех направлениях декартовой системы координат.

Менее трехмерные (хотя это фактически обман зрения — мы просто привыкли к такому подходу) террабиосфера, а отчасти и аквабиосфера, проще для анализа внутренней структуры. Но пока общепризнаны только иерархические уровни глобальной биосферы как целого и биогеоценоза, или элементарной экосистемы, как «клеточки» биосферы, уподобляемой в таком случае целому организму. Промежуточные системные образования либо оставались за рамками интересов исследователей, либо не были признаны коллегами (иерархию экосистем мало кто разрабатывал). Попытка более подробного иерархического расчленения природных систем была произведена нами ранее¹. Здесь мы попробуем усовершенствовать предложенную ранее схему.

Очевидно, биосфера естественно расчленена на меробиосферы: геобиосферу, гидробиосферу и аэробииосферу. Первые две меробиосферы имеют подразделения в соответствии с основными средообразующими факторами: террабиосфера и литобиосфера — в пределах геобиосферы, океано-биосфера (маринобиосфера) и аквабиосфера — в составе гидробиосферы.

¹ Н. Ф. Реймерс. Системные основы природопользования // Философские проблемы глобальной экологии. М.: Наука, 1983. С. 121—161.

Эти образования можно назвать подсферами. Ведущий средообразующий фактор в формировании меросфер и подсфер — физическая фаза среды жизни (воздушно-водная в аэробiosфере, водная — пресноводная и солесодержащая — в гидробiosфере, твердо-воздушная в террабиосфере и твердо-водная в литобiosфере).

Все три меробiosферы распадаются на слои: аэробiosфера — на тропобiosферу и альтробiosферу, гидробiosфера — на фотосферу, дисфотосферу и афотосферу (частица «био» убрана для краткости) и т. д. Структурообразующие факторы тут, помимо физической фазы среды, — энергетика (свет и тепло), а также особые условия формирования и эволюции жизни — эволюционные направления экспансии биоты на сушу, в ее глубины, бездны океана и в пространства над землей, безусловно, различны. Вместе с апобiosферой, парабiosферой и другими под- и надбиосферными слоями биосферные страты составляют «слоеный пирог жизни» и геосферы (экосферы) ее существования в пределах границ мегабиосферы.

В рамках аквабиосферы различия в энергетике водного потока диктуют деление на водоемы и водотоки. И те и другие имеют горизонтальные и вертикальные членения на слои (типа гипolimниона) и гидробиологические разности (бентос, планктон и т. п.). Подобные биогеоценологические, или фитоценологические, слои, пологи и меротопы выделяют в составе фотосферы террабиосферы. Но условно это уже не подразделения биосферы, а деления в ином научном «масштабе» (и фактически это части экосистем — аналоги внутриклеточных структур в организме). Исключением, видимо, нужно считать глубоководные озера с аналогичным океану делением глубин, во всяком случае, на фотобiosферу (фотосферу) и дисфотобiosферу (дисфотосферу).

Очевидно, различие между водотоками и водоемами на суше значительно глубже, чем обычно предполагается. Во всяком случае, создание водохранилища автоматически и немедленно не делает образовавшийся водный объект озером. Водохранилище экологически, по крайней мере на первых этапах, «ни рыба, ни мясо», поэтому там, как правило, десятилетиями не складываются условия для промыслового рыболовства, а тем более рыболовства. В то же время вiovь образовавшиеся водоемы типа Сарыкамышского бывают вскоре заселены рыбами. Если расчленение на водоемы и водотоки будет признано значимым, то аквабиосфера должна быть разделена на реоаквабиосферу и лимноаквабиосферу (греческие «реос» — течение, а «лимне» — озеро). Их можно назвать полуподсферами (сокращенно — реосферой и лимносферой).

Таков «слоеный пирог» сферы жизни на Земле, его «начинка» и крупная нарезка.

2.2 ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СТРУКТУРА БИОСФЕРЫ И ИЕРАРХИЯ ЭКОСИСТЕМ. СИСТЕМА СИСТЕМ

В системном отношении все перечисленные образования — крупные функциональные части фактически общеземной или субпланетной размерности. Дальнейшее иерархическое членение идет в рамках этих подразделений. Однако фактически более или менее известны лишь крупные экосистемы суши, в значительно меньшей мере океана и, как ни странно, довольно скудна информация о системном членении аквабиосферы. Существует более или менее признанное деление на речные бассейны (например, Дуная или Амура) и на их группы, объединенные ареалами стока ввнутренних морей и крупных озер (бассейны Азовского, Черного морей,

Байкала, Арала, Каспия и т. д.) или открытых морей и побережий океана (Охотского, Японского морей, западных и восточных частей Северного Ледовитого океана и т. д.). Однако системный экологический анализ этих подразделений нам неизвестен. Тем паче не разработана иерархия экосистем реоаквабиосферы и лимноаквабиосферы. Такая иерархия может быть рассмотрена лишь для террабиосферы и отчасти океанобиосферы¹.

Высший уровень деления террабиосферы — биогеографическое царство. Для следующего более низкого системного уровня пока нет устойчивого названия. Условно в своих работах мы его обозначали для террабиосферы и океанобиосферы как биогеографическая область (обычно это материковый блок, океан или их крупные части). Можно предложить однословный термин биоорбис (bios — жизнь плюс лат. orbis — область распространения) или с редукцией второго «о» — биорбис. Ведущий системообразующий фактор тут, главным образом, эволюционно-исторические условия и события формирования биоты, ее взаимодействия со средой. Это взаимодействие прежде всего связано с энергетикой процессов, и потому области распадаются на природные пояса (в биосферной системе терминологии — биозоны²), в рамках которых история и форма биотического обмена на суше формируют биомы. Их экологическая специфика и отличие от биозон недостаточно ясна. Возможно, такое расчленение не имеет под собой глубоких оснований и сугубо условно. Внутри биомов, или биозон, направление сукцессионных процессов, определяемых литогенной основой и местными особенностями климата и почвообразования, создает ландшафтные разности, всегда физиономически различающиеся по литогенной основе и растительности, но фактически по всему комплексу жизни. В упомянутой выше работе (см. с. 30) мы называли эти ландшафтные разности индивидуальным ландшафтом. Однако этот термин настолько многозначен, что может ввести в заблуждение. Поэтому предлагается заменить его в биосферной классификации термином биолокус (от лат. locus — ландшафт).

Широкая взаимосвязь вещественно-энергетических и информационных экологических компонентов (энергии, воды, газов, субстратов с их физико-химическими свойствами, организмов продуцентов, консументов и редуцентов, а также информации), формирующаяся в соседних функционально сопряженных элементарных экосистемах (биогеоценозах), создает биогеоценотические комплексы (типа объединения озера и лесного колка в западносибирской лесостепи), а сами малые круги биогеоценотического обмена веществ на основе относительной гомогенности террито-

¹ Не исключено, что автор недостаточно хорошо знаком с мировой гидробиологической литературой, и именно это лишает его возможности широкомасштабного анализа. Было бы очень полезно, если бы коллеги-гидробиологи его провели. Это позволило бы решить многие спорные вопросы и прежде всего установить степень экологической удаленности водных систем друг от друга, их природную «совместимость» или «несовместимость». Ясно, что это весьма существенно при решении вопроса о строительстве соединительных каналов, а тем более перераспределении вод даже внутри одного речного бассейна. Пока такие работы ведутся экологически вслепую и обсуждаются даже очень сомнительные проекты прямого соединения Черного и Каспийского морей, того же Каспия и Арала, других озерно-морских бассейнов.

² Термин «биозона» был уже ранее «занят» палеонтологами: они определяют его как совокупность слоев земной коры, соответствующих всему периоду существования какой-либо систематической группы ископаемых организмов (вида, рода и т. п.), т. е. используют его в хронологическом, а не в пространственном смысле. Едва ли такое толкование термина семантически корректно. Скорее «биозона» палеонтологов должна называться «биопластом» или «биохроной» («палеохроной»). Во всяком случае, смешение терминов в учении о биосфере и в палеонтологии едва ли произойдет.

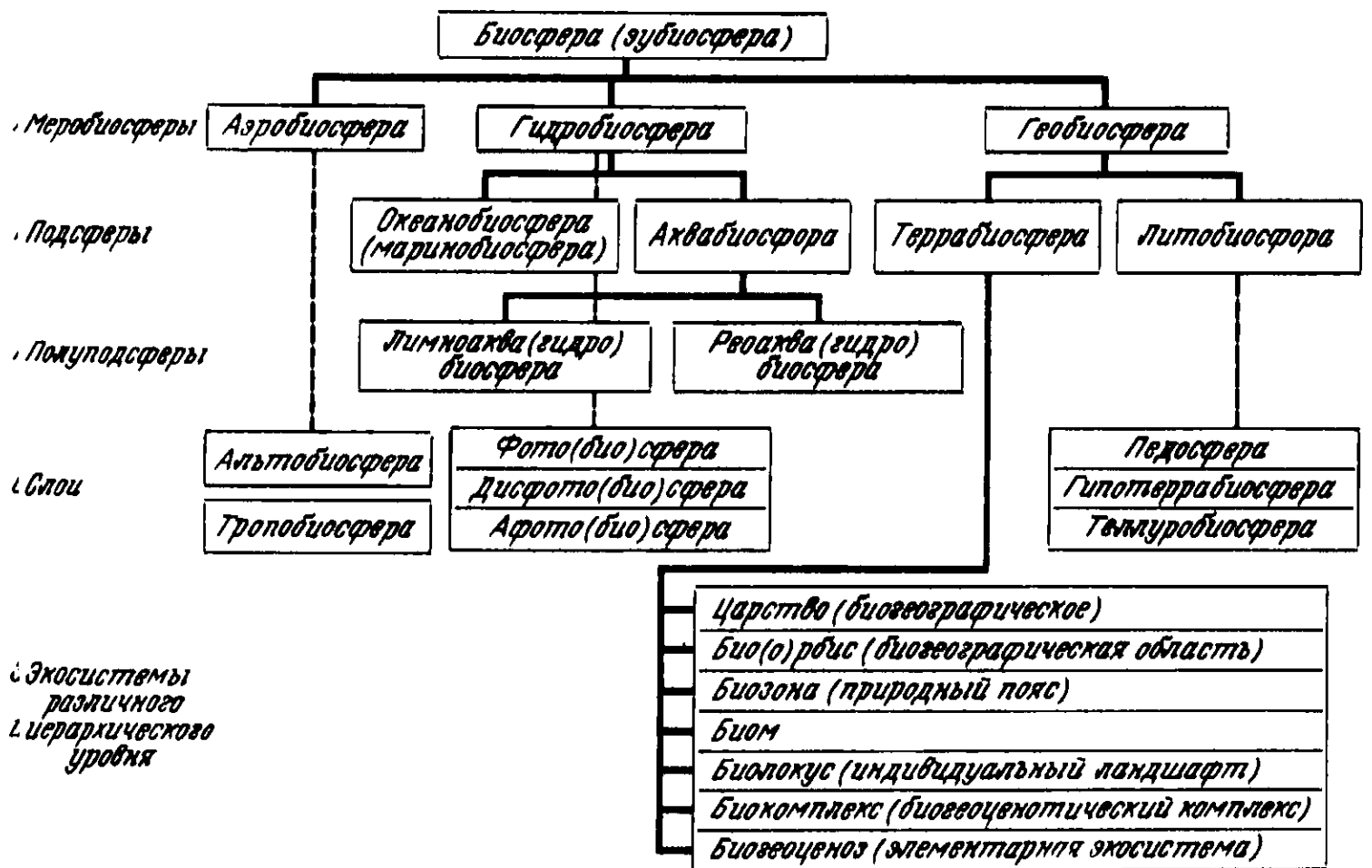


Рис. 2.3. Иерархии экосистем биосферы

рии формируют биогеоценозы, или элементарные экосистемы¹. Двух-словный термин «биогеоценотический комплекс»; безусловно, эфемерен, поэтому предлагается его редуцировать до «биокомплекса» (хотя этот термин уже ранее применялся географами в другом значении, но теперь почти вышел из употребления). Между терминами и понятиями биогеоценоз и экосистема в отечественной литературе нередко ставят знак равенства, подразумевая под последним также элементарное биогеоценотическое (биосферное) образование (как упомянуто выше, «клеточку» биосферы) и не придавая слову «экосистема» черты безразмерности (хотя говорят и об экосистемах высших и низших уровней иерархии, что терминологически очень удобно).

Общая иерархия подсистем биосферы и их терминологических обозначений представляется следующим образом (рис. 2.3).

Хотя в тексте для каждого типа экосистем мы выделили лишь ведущие системообразующие факторы, они обязательно присутствуют в полной и обширной совокупности на всех уровнях иерархии: история формирования и эволюция, взаимодействие со средой (прежде всего энергетика этих взаимодействий), круговорот веществ и взаимосвязь экологических компонентов, которая отнюдь не всегда количественно линейна, другие воздействия.

Полной пропорциональности в соотношении экологических компонентов, как известно, нет: энергетика может измениться совсем немного, а число, скажем, консументов — весьма значительно (пример — вспышки массового размножения многих организмов при минимальных устойчивых погодно-климатических аномалиях).

¹ Эти круги обмена одновременно и формируются биогеоценозами, и формируют их. В данном случае проявляется то же единство, что и при образовании экологических ниш как функционального места вида в экосистеме: без вида нет и его места в экосистеме.

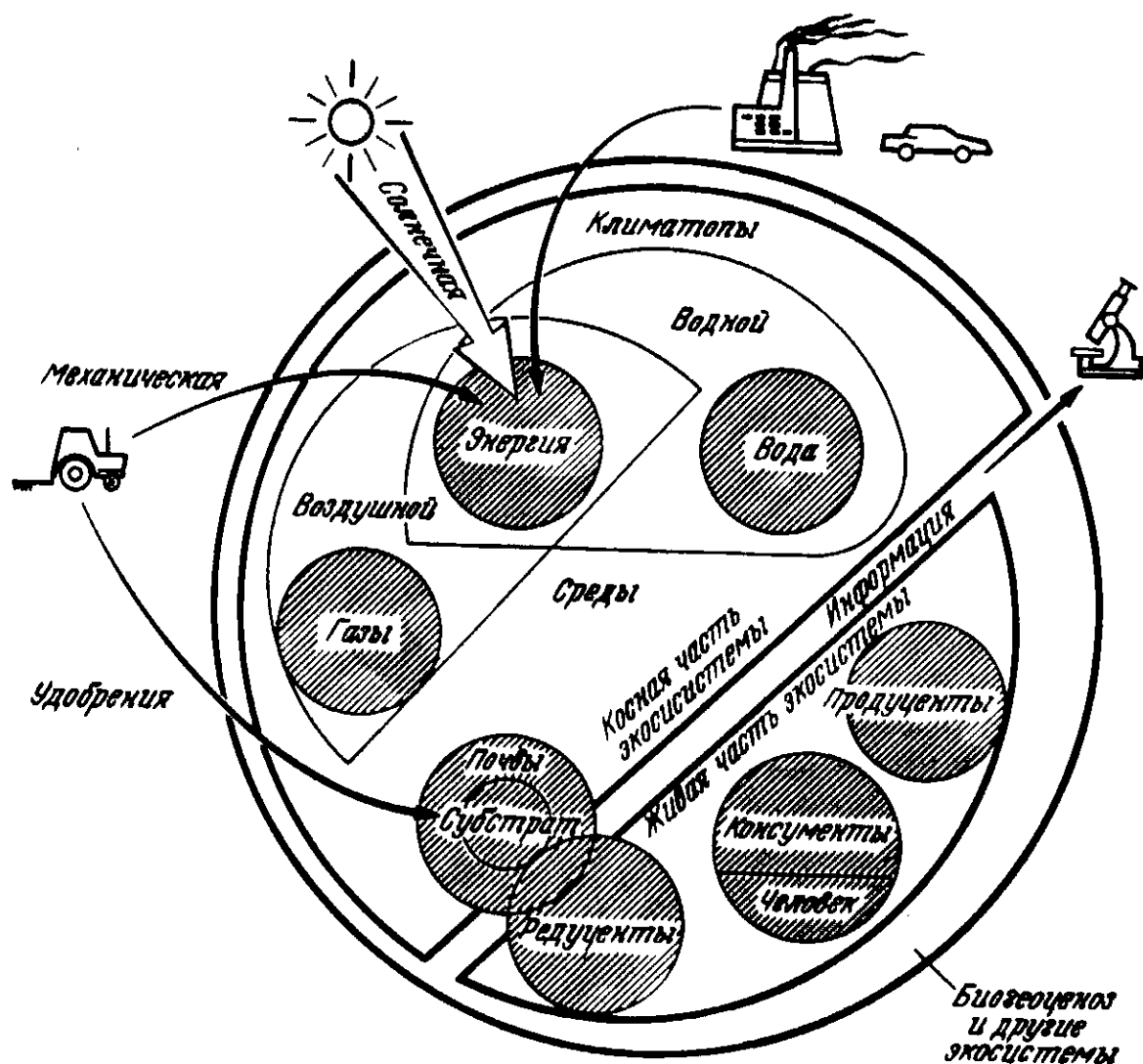


Рис. 2.4. Экологические компоненты

Таким образом, предполагается, что в биосфере имеется по крайней мере 8—9 уровней относительно самостоятельных круговоротов веществ в пределах взаимосвязи 7 основных вещественно-энергетических экологических компонентов и 8-го — информационного (рис. 2.4).

Несколько слов о схеме на рис. 2.4. Она достаточно известна благодаря публикации в ряде изданий, в том числе популярных¹, и возникла как усовершенствование широко принятой схемы В. Н. Сукачева². Предлагаемый здесь несколько модернизированный вариант схемы взаимоотношения экологических компонентов трудно адаптировать только лишь для литобиосферы. Субстратом в аэробииосфере и гидробиосфере служит вода (газы, видимо, принципиально не могут служить субстратом для жизни). Спорным может быть включение в состав экологических компонентов энергии, приходящей на Землю в основном извне от Солнца, и тем более информации, как внутренних взаимосвязей, возникающих в результате физико-химических (через обоняние) или также энергетических воздействий, воспринимаемых организмами как закодированное сообщение о возможности более мощных (часто даже смертельных) воздействий на

¹ Н. Ф. Реймерс, Ф. Р. Штильмарк. Особо охраняемые территории. М.: Мысль, 1978. С. 108. Н. Ф. Реймерс. Азбука природы: Микроэнциклопедия биосферы. М.: Знание, 1980. С. 84. Он же. Основные биологические понятия и термины: Книга для учителя. М.: Просвещение, 1988. С. 40. Он же. Природопользование. М.: Мысль, 1990. С. 240. Он же. Популярный биологический словарь. М.: Наука, 1991. С. 224 (наиболее отработанная схема) и др.

² В. Н. Сукачев. Основные понятия лесной биогеоценологии // Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. С. 24. Он же. Избранные труды. М.: Наука, 1972. С. 331.

них со стороны других организмов или факторов абиотической среды и вызывающих у организмов ответную реакцию. Можно ли распространять понятие информации на абиотические компоненты, также иногда реагирующие на внешние воздействия с неадекватной приходящему импульсу силой (например, триггерный эффект в геофизических процессах), остается неясным.

Включение энергетики как экологического компонента достаточно обосновано тем, что все процессы в природе по своей основе всегда энергетические¹. Экологически переработка информации — также неотрывное свойство живого, эволюционировавшее чрезвычайно активно. Собственно, понятие ноосферы, ставшее сейчас весьма популярным, особенно среди части философов, есть выражение логической доминанты информации во всей совокупности экологических компонентов биосферы.

В современных экологических учебниках и словарях (например, в уже упоминавшемся Экологическом энциклопедическом словаре И. И. Дедю) обычно приводят классическую схему экологических компонентов В. Н. Сукачева. Высоко ценя авторитет своего учителя и крестного отца в науке (В. Н. Сукачев был рецензентом моей первой студенческой печатной работы), хотел бы все же отметить, что в его схеме биогеоценоза выпал водный компонент (воду нельзя включать в климатоп и тем паче в атмосферу). Кроме того, зооценоз — в значительной мере условное понятие (сообщество, но не экологический компонент), а микробиоценоз, очевидно, состоит как из продуцентов-хемотрофов, так и из редуцентов. В настоящее время грибы считаются особым систематическим царством и они оказываются за скобками схемы В. Н. Сукачева. Не совсем понятно упорство, с которым авторы не замечают этих изъянов схемы, возникших с ходом развития знания. Ее усовершенствование отнюдь не умаляет заслуг такого классика науки, как В. Н. Сукачев.

Глобальные, региональные и местные круговороты веществ незамкнуты и в рамках иерархии экосистем частично «пересекаются». Это вещественно-энергетическое и отчасти информационное «сцепление» обеспечивает целостность экологических надсистем вплоть до биосферы. Видимо, наиболее (хотя и относительно) биотически независимы природные системы океана и суши. Однако их геосистемы как биотопы очень тесно взаимосвязаны. Свидетельство тому климатические и другие геофизические и отчасти геохимические взаимодействия между сушей и океаном. Имеется и биотическая взаимосвязь через организмы, проходящие часть цикла своего развития в воде, а также организмы подземных и океанических вод. Однако в основном все-таки взаимодействуют биоты аквабиосферы и маринобиосферы, а не собственно суши и океана: гидробиосфера и геобиосфера в значительной мере автономны как биотические образования. Геохимический сток с суши в океан практически однонаправлен, если не считать довольно слабого возврата солей. Эволюционно гидробиосфера и геобиосфера развиваются практически независимо друг от друга.

Для биосферы в целом на ее входе имеется энергия, земное и космическое вещество, на выходе — осадочные биогенные породы и уходящие в космос газы. Полная «безотходность» природных систем — настолько очевидное заблуждение недавнего прошлого, что о ней говорить здесь подробнее нет нужды.

¹ См. очень интересную, незаслуженно забытую статью: Г. Ф. Хильми. Современное состояние научных концепций биосферы // Методологические аспекты исследования биосферы. М.: Наука, 1975. С. 91—100.

Выше уже вскользь упоминалось, что педосферу нельзя рассматривать как абсолютно самостоятельное системное образование, и что это лишь своеобразная сингузия в составе фитосферы или экотон на грани террабиосферы с литобиосферой. Действительно, почва в собственном смысле слова образуется лишь при наличии биоты, преобразующей абиотический субстрат в биокосное вещество, по В. И. Вернадскому, «которое создается одновременно живыми организмами и косными процессами» и является «закономерной структурой из живого и косного вещества»¹. Без растительности почва быстро разрушается, хотя чистые пары без высших растений (но с микроорганизмами и богатой фауной) позволяют ей восстановить плодородие. Этот факт как будто противоречит приданию почвенным образованиям более низкого, чем экосистема, иерархического ранга (один из признаков экосистемы — саморегуляция и самовосстановление). Однако почва всегда «надстраивается» растительностью, и если этого не происходит, возникает устойчивое опустынивание (как минерализация). Можно сказать, что микробially-консументное восстановление плодородия на чистых парах — это сукцессионная фаза, предшествующая «надстройке» целого биогеоценоза, некое «приглашение» для высшей растительности. Это еще одна иллюстрация того, что биосфера и ее подразделения — место, где развивается жизнь (экотоп, геосфера, экосфера для биоты) и одновременно живое в своей общей совокупности.

Если иерархию таких комплексных биосферных образований мы только что рассмотрели, то, видимо, требуется анализ и иерархий внутренних составляющих экосистемы. Такая попытка уже была нами сделана в цитированной выше работе «Системные основы природопользования». Новых крупных разработок и обобщений по иерархии системных образований я не знаю.

К удивлению, идея «системы систем», как периодической таблицы всего сущего, не вызвала никакой ответной реакции ученого мира — ни позитивной, ни негативной. Очевидно, на нее не обратили внимания по двум причинам: из-за публикации в малотиражном философском издании и из-за того, что экологической теорией природопользования в мире занимаются лишь немногие исследователи, а языковой барьер не позволил, например, Р. П. Макинтошу², обсуждавшему близкие проблемы, познакомиться с упомянутой работой.

Напомним, что в «системе систем» мы рассматривали два ряда биотических образований — экобиосистемный и биоценотический, которые, интегрируясь во времени и в пространстве с абиотическими условиями среды, дают вышеприведенный экосистемный ряд, заканчивающийся биосферой как сочетанием биоты планеты с преобразуемой ею средой обитания. Здесь мы внесем некоторые коррективы в ранее опубликованные схемы и сделаем дополнительные разъяснения (табл. 2.1).

Приведенные в табл. 2.1 названия, как и ранее использовавшиеся, описательны, а не строго терминологичны. Биосистемный ряд не требует комментариев, кроме двух поправок к принимавшейся нами ранее схеме: 1) в этом ряду должна стоять не особь как сложное, фактически многовидовое индивидуально-консорционное образование (например, в случае относительно крупных животных с кишечной флорой и т. п.), а собственно

¹ В. И. Вернадский. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. С. 59 и 231.

² McIntosh Robert P. The Background of Ecology: Concept and Theory. Cambridge University Press, Cambridge. L. N.-V — New Pochelle — Sydney — Melbourne. 1985. 383 п.

индивид, организм как чисто генетическая структура, особая часть, дискрет «живого вещества» В. И. Вернадского; 2) ряд фактически заканчивается популяцией, а не видом. Последний выступает как эволюционно-историческое объединение генетически довольно разнородных популяций. В каждом конкретном месте вид представляет определенная популяция. Вид в данном случае принимается как отвлеченно-обобщающее понятие из таксономической иерархии (вид, род, семейство и т. д.). Сама же популяция состоит из многих микропопуляций — фенов, демов и т. п., представляющих один уровень биосистемной иерархии, и в своем разнообразии (в «третьем измерении» таблицы) составляющих закономерные ряды, обобщаемые законом гомологических рядов и наследственной изменчивости Н. И. Вавилова.

Экобиосистемный ряд начинает особь в приведенном выше понимании. Дальнейшее системное усложнение достаточно очевидно. Переход от популяции как генетического образования к ее экологическому аналогу, как кажется, не требует особых разъяснений.

В биоценотическом ряду уже нет индивидов и особей как таковых. Этот ряд начинается с групповых образований — фитоценов и зооценов как функциональных представителей ценозов, объединенных в табл. 2.1 под названием биоценов. Эти последние формируют синузии, а те в свою очередь распадаются, и наоборот, агрегируются в популяционные консорции. Эта особенность — с одной стороны объединение, а с другой разъединение — характерна для многих биотических образований. Биоценоценотические консорции формируют такие же парцеллы, в свою очередь интегрирующиеся в биоценозы, называемые ботаниками ассоциациями. Отдельные биоценозы, сочетаясь, складывают биоценомические типы, взаимодействие которых образует региональные биоты (в ботанике обычно с доминированием какой-то растительной формации и типа сукцессионных процессов). Последние слагают биомы в чисто биологическом, а не эколого-географическом понимании («биобиомы»), как биоценоценотические образования, имеющие свою эволюцию, но условно рассматриваемые вне факторов среды.

Экосистемный ряд подвергнут в тексте анализу выше.

«Система систем» циклична в том смысле, что теоретически вещество Галактики вне своих сгущений есть собрание элементарных частиц, а они, напротив, формируют всю материю мира. Как и любая подобная таблица, она позволяет прогнозировать существование промежуточных структур. Поскольку имеются периодическая система элементов и подобная ей система гомологических рядов Н. И. Вавилова, вероятно, существуют аналогичные закономерности для всех членов «системы систем» (по отношению к нашей схеме они расположены как ветвистые деревья в третьем по отношению к таблице измерении). Специалистам-теоретикам их стоит поискать...

Приводимая схема, как и все другие подобные, кажется слишком умозрительной и несколько даже иррациональной, поскольку каждое из образований как бы выступает в двух «лицах»: индивид и особь, репродуктивная группа и «семья» (первая как механизм рождения потомства, вторая как группа, противостоящая другим подобным и одновременно входящая в их сочетание в рамках популяционной парцеллы) и т. д. Но в том-то и смысл подобной редукционистско-насильственной дезинтеграции, чтобы показать: природные системы полифункциональны, многолики, к ним нельзя подходить как к одноуровневым техническим гайкам и болтам. На биологическом и экологическом уровне развития материи все намного сложнее, и любая самая прагматическая задача должна решаться

Таблица 2.1.

Надуровни	Уровни	Подуровни	
		Отдел неживой природы	
		Геокосмический 3	Геофизико-геохимический 2
I Элементарно-системный (атомарно-молекулярный)	1. Атомарный		
	2. Молекулярно-кристаллический		
II Первично-системный	3. Первично-ассоциативный		
	4. Вторично-ассоциативный		
III Организменно-групповой	5. Организменный		
	6. Популяционно-групповой		
IV Ассоциационный	7. Ценозный		
	8. Консорционный		
V Блоково-экосистемный	9. Биогеоценотический		Элементарное геофизико-геохимическое образование
	10. Биогеоблоковый		Местный геофизико-геохимический комплекс Индивидуально-ландшафтная геофизико-геохимическая система Зональная геофизико-геохимическая система
VI Планетарный	11. Геоблоковый	Материк	Геофизико-геохимическая разновидность
	12. Фазово-планетарный	Материковая плита Суша и мировой океан Геосфера	Геофизико-геохимическая область Геофизико-геохимический пояс Физико-химическая оболочка
VII Космический	13. Планетарно-космический	Космическое тело Космическая система	
	14. Галактический	Галактика Вселенная (ее вещество и антивещество)	

Система систем

я ряды иерархии

Отдел живой природы				
Корпускулярно-геотический	Биосистемный	Экобиосистемный	Биоценотический	Экосистемный
1	4	5	6	7
Элементарная частица Атом Молекула Агрегат молекул Кристалл Минерал («вещество» — вода, газы и т. п.) Геологическая порода Геоформация Геома	Органелла Клетка Ткань Орган (как система) Система органов Индивид Репродуктивная группа Дем (или микропопуляция) Популяция	Особь «Семья» (и семья) Популяционная парцелла Экологическая популяция Трофический уровень Пищевая цепь Трофическая сеть Экологическая пирамида	Биоцены Синузия Популяционная консорция Биогеоцено- тическая парцелла Биоценоз Биоценоми- ческий тип Региональ- ная биота Биобном	Биогеоценоз (экосистема) Биокомплекс Биолокус Биозона Биоорбис Царство Подсфера биосферы (террабиосфера и др.) Биосфера

с учетом этой сложности, еще более возрастающей при переходе к экологии человека как социального существа.

Задача этого раздела не только отвлеченно показать, как устроена биосфера и сколь многолики и множественны направления потоков вещества и энергии в ней (а, следовательно, взаимосвязи между структурами и подсистемами), но и в том, чтобы обратить внимание на те структуры, которые в наши дни подвержены антропогенному воздействию и потому заслуживают внимательного изучения и мониторинга, а в ряде случаев поддержки, управления и воспроизводства. Это тем более важно в связи с тем, что биосфера — целостное системное образование, «сцепление» подсистем, внутри которого многое еще известно недостаточно или вовсе неизвестно. Те пока еще не очень четкие штрихи, которые проведены нами, должны наметить объекты будущих исследований, порой весьма трудоемких и сложных. Однако зная, что изучать, делать это значительно легче, чем бродить в потемках бесструктурного целого, называемого биосферой, и строить обобщения на зыбком песке поверхностного взгляда на «черный ящик» этого всепланетного образования.

Сложная структура биосферы и экосферы планеты требует скорейшего познания. Уже происходят процессы антропогенного разрушения глобальных совокупностей и взаимосвязей живого и неживого. «Экологический инфаркт» и «экологический апокалипсис» стали не столько эмоционально-алармистскими пугалами, сколько возможной реальностью, хотя и отвергаемой многими сугубо оптимистично настроенными учеными и политиками. Не впадая в «экологическую панику», тем не менее следует признать, что проблемы экологии приобрели жизненно важное значение. Вне широких обобщений, знания четких «правил игры» едва ли можно рассчитывать на успех их решения. «Правила игры» задает нам природа. К их обсуждению мы и приглашаем в следующей главе книги.

Г Л А В А 3

ТЕОРЕМЫ ЭКОЛОГИИ

Принимая всякую теорию за личное дело, внешнее предмету, за удобное размещение частностей, натуралисты отворяют дверь убийственному скептицизму, а иногда и поразительным нелепостям.

А. И. Герцен

Люди повинуются законам природы, даже когда действуют против них.

И. В. Гете

Природа действует в согласии со своими законами, а человек — в соответствии со своими представлениями о законе.

Август Леш

3.1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

В предисловии к Экологическому энциклопедическому словарю И. И. Дедю горько сетует на «неспособность экологов мыслить аксиоматически, т. е. строго теоретически»¹. Хотя этот упрек вполне справедлив, я бы не стал его адресовывать одним лишь экологам. Порок этот распространен значительно шире, охватывает многие естественные науки, а у нас в стране и общественные области знания.

Поскольку утверждение И. И. Дедю о неспособности экологов теоретически мыслить распространяется на всю совокупность этих специалистов, то очевидно, и он сам, и я как работник этой науки относимся к той же категории. Отсюда трудно преодолимая робость в суждениях и заведомая их неполнота. Она проистекает из неизбежного редуccionизма и скудости знаний об очень сложном предмете (в том числе и прежде всего познаний самого автора). Но прав, тысячу раз прав И. И. Дедю, когда он говорит: «Но нельзя же без конца прятаться за эту сложность, капитулировать перед ней, находить оправдание собственному неумению теоретически мыслить» (с. 6). Сходные суждения были ранее высказаны многими экологами за рубежом и звучали они с начала текущего века. Сводку таких высказываний, как и теоретических положений биоэкологии, сделал Р. П. Макинтош², работа которого вместе с упомянутым словарем И. И. Дедю служат опорой в дальнейшем изложении. Интересна также фундаментальная работа Р. Беннета и Р. Чарлея³.

¹ Дедю И. И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев: Гл. Ред. Молд. сов. энциклопедии, 1989. 406 с.

² McIntosh Robert P. The Background of Ecology: Concept and Theory. Cambridge University Press. Cambridge — L.— N.-Y.— New Rochelle — Sydney — Melbourne, 1985. 383 p.

³ Bennett R. J. Chorley R. J. Environmental systems: Philosophy, analysis and control. Methuen and Co Ltd., London, 1978. 624 p.

Робость теоретического мышления в биологии, а преемственно и в изначально сильно биологизированной экологии, связана с едва ли достаточно глубоко обоснованной уверенностью, что в этих науках нет общих законов типа общей и частной теории относительности, квантовой электродинамики, или ньютоновой механики. Тут существуют лишь широкие эмпирические обобщения всегда с неизбежными исключениями, а потому они объясняют только часть наблюдаемого мира и крайне редко предсказывают новые факты. Примерно таково кредо нобелевского лауреата, английского физика и генетика Ф. Х. Крика. «Завидуя физикам», биологи, географы и экологи берут на вооружение законы классической термодинамики, приложимые лишь к закрытым системам, физическое понятие энтропии (в биологии и экологии это понятие изменило свой смысл) и т. п. Нередко, не слишком зная или признавая жесткие ограничения этих закономерностей, ученые попадают впросак. Это вызывает путаницу и порой выглядит смешно. Однако существует довольно много экологических обобщений, достаточно надежно предсказывающих новые факты, а логические закономерности, даже если они не абсолютны для всей Вселенной, все же остаются важными обобщениями. Едва ли ограниченность в абсолютном времени и пространстве лишает их смысла. Физико-математический педантизм тут неуместен. Кстати, исключения в экологии также являются отражением непреложных законов, но лишь другого иерархического ряда и/или уровня.

Жизнь намного сложнее физических явлений и несводима к ним. Потому она и требует более разветвленной сети обобщений. Физике — физиково, биологии — биологиево, а экологии — экологичево. Такова объективная структура знания.

Р. П. Макинтош остается в строгих рамках биоэкологии. И. И. Дедю, сводя в словарной форме экологические законы, правила и принципы, довольно далеко вышел за ее пределы в область термодинамики, химии и прикладных разделов экологии, прежде всего сельскохозяйственной. Я в «Природопользовании»¹ старался обратить внимание на максимум экологических закономерностей в рамках всего цикла экологических наук и природопользования. Если при изложении экологической аксиоматики в словарной форме особых трудностей не возникает, то при ее логической структуризации попадаешь в довольно щекотливое положение. Общее число принципов, правил и законов экологии значительно превышает изначальные предположения. Ю. Одум в широко известной у нас в стране книге «Основы экологии» (М.: Мир, 1975. 740 с.) перечисляет 66 основных экологических принципов и концепций, в том числе касающихся экосистем — 4, энергии — 7, биохимических циклов — 7, лимитирующих факторов — 7, сообществ — 7, популяций — 19, видов и индивидуумов в экосистемах — 9, развития и эволюции экосистем — 6. К. Уатт² приводит 38 принципов, частично совпадающих со списком Ю. Одума, но иначе классифицируемых: использование ресурсов — 5, распространение организмов — 7, популяции — 2, среда — 5, энергия — 4, стабильность климата — 1, поведенческая адаптация — 1, межвидовые отношения — 7 и воздействие климата — 6. В значительно более ранних работах В. Олли

¹ Реймерс Н. Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 639 с.

² Watt K. E. F. Principles of Environmental Science. McGraw-Hill Inc., 1973. 319 p.

и Т. Парка, а также В. Олли с соавторами¹ широкие экологические принципы классифицируются в 9 групп: 1) связанные со средой жизни; 2) связанные с адаптацией к среде; 3) касающиеся сообществ, включая их эволюцию и взаимодействие в сетях жизни; 4) сукцессионные; 5) популяционного роста и взаимодействий; 6) связанные с популяциями и эволюцией; 7) касающиеся экологических ниш и их разделения; 8) концентрирующие внимание на географическом распространении, т. е. биогеографические и 9) связанные с эмиграцией или распространением организмов.

И. И. Дедю в словаре приводит 50 научных законов (плюс 3 закона Менделя и 4 — Б. Коммонера), 38 правил (плюс 2 правила Бейерника) и 36 принципов, связанных с экологией. Таким образом, их 124 плюс 9 дополнительных, всего 133 обобщения. В «Природопользовании» я сформулировал 60 обобщений на уровне закона (плюс те же 4 закона экологии Б. Коммонера, 3 закона К. Рулье, 3 закона системы «хищник — жертва» и ряд следствий из перечисленных законов), 28 обобщений, названных правилами (к ним прибавлены следствия из этих правил), и 23 статьи посвящены принципам экологии и природопользования (плюс 4 принципа связей биотоп — биоценоз и столько же принципов видового обеднения). Общее число отдельных статей 111, несколько дополнительных статей, включающих 18 обобщений и около 20 следствий. Таким образом, получается 129 теорем и два десятка следствий. Общие числа констатаций в обоих словарях примерно совпадают. Однако сами приводимые закономерности полностью друг друга не перекрывают. Их общее число достигает 250. Материал налицо. Остается лишь структурировать и логически обобщить весь массив теоретического знания. Это я и попытался сделать в последующих параграфах главы. Насколько в повествовании удалось избежать хаоса, пусть судит читатель.

Однако прежде чем начать изложение, хотелось бы еще раз подчеркнуть, что наряду с твердыми теоретическими постулатами часть из сформулированных обобщений все же следует рассматривать как гипотезы, другую часть — как аксиомы, третью — как теоремы и так далее (афоризмы, метафоры, догмы и др.). Это не снижает их значения, поскольку никакая теория невозможна без иерархии обобщений различного уровня.

3.2. ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ ОБОБЩЕНИЯ

Системная парадигма доминирует в современной науке. Простейшее определение системы — совокупность взаимодействующих элементов, составляющих некое более или менее ограниченное целостное единство. Предполагается при этом, что связи взаимодействия между элементами внутри системы сильнее, чем с внешними по отношению к системе даже абсолютно идентичными элементами. Следовательно, у системы имеются границы — морфологические или хотя бы функциональные, не обнаруживаемые с первого взгляда. Среди более чем десятка типов, а поэтому и определений понятия системы выделяются динамические разновидности. Их обобщающее определение: саморазвивающаяся и саморегулирующаяся, определенным образом упорядоченная материально-энергетическая и/или информационная совокупность, существующая и управляемая как

¹ Allee W. C., Park T. Concerning ecological principles//Science. V. 89. 1939. P. 166—169. Allee W. C., Park O., Emerson A. E., Park T., Schmidt K. P. Principles of Animal Ecology. W. B. Saunders Co., Philadelphia, 1949. 837 p. 2-nd Ed. 1976.

относительно единое целое за счет взаимодействия, распределения и перераспределения имеющихся, поступающих извне и продуцируемых этой совокупностью веществ, энергии, информации, и обеспечивающая преобладание внутренних связей (в том числе перемещений вещества, энергии и передачи информации) над внешними.

Очень краткое определение экологической системы (экосистемы) — пространственно ограниченное взаимодействие организмов и окружающей их среды. Ограничение может быть физико-химическим (например, граница капли воды, пруда, озера, острова, пределов биосферы Земли в целом) или связанным с круговоротом веществ, интенсивность которого внутри экосистемы выше, чем между нею и внешним миром. В последнем случае границы экосистемы размыты, имеется более или менее широкая переходная полоса. Так как все экосистемы составляют иерархию в составе биосферы планеты и функционально связаны между собой, имеется непрерывный континуум (как сказано выше, он проблематичен между сушей и океаном). Прерывность и непрерывность сосуществуют одновременно. Об этом уже было упомянуто в главе 2. Там же была приведена схема экологических компонентов экосистемы (рис. 2.4). Это позволяет здесь дать лишь ее развернутое определение: информационно саморазвивающаяся, термодинамически открытая совокупность биотических экологических компонентов и абиотических источников вещества и энергии, единство и функциональная связь которых в пределах характерного для определенного участка биосферы времени и пространства (включая биосферу в целом) обеспечивает превышение на этом участке внутренних закономерных перемещений вещества, энергии и информации над внешним обменом (в том числе между соседними аналогичными совокупностями) и на основе этого неопределенно долгую саморегуляцию и развитие целого под управляющим воздействием биотических и биогенных составляющих.

Это трудно произносимое определение, как кажется, с достаточной полнотой указывает на специфику экосистемы в ряду других природных систем. Вместе с тем она — лишь разновидность этих природных систем, а следовательно, должна управляться в соответствии с характерными для них функциональными законами. Именно с них, очевидно, необходимо начать обзор закономерностей, характерных для биотических образований или с участием живого. Ниже эти закономерности сгруппированы в 5 блоков: сложение систем, внутреннее их развитие, термодинамика, иерархия и отношения система — среда.

Забегая вперед, отмечу, что дальнейшее изложение построено по схеме: внутренние закономерности живого и его отдельностей — организмов, их взаимосвязи со средой, сложение популяций, сообществ, экосистем, географическое отображение этих взаимосвязей, общие законы организации экосферы и биосферы Земли, поддержания ее надежности, эволюционные законы, взаимосвязи в совокупности человек — природа, основные черты социально-экологических закономерностей, правил и ограниченный природопользования, теоретические принципы охраны природы и окружающей человека среды.

В изложении сформулированных закономерностей почти нет ссылок на литературные источники, а авторство, как было уже сказано в начале книги, указывается лишь тогда, когда оно «канонизировано» в учебниках и специальных словарях. Такой подход связан с тем, что море экологической литературы мира буквально необозримо, а момент, когда был сформулирован тот или другой постулат, довольно трудно уловить. Многие закономерности были выявлены повторно, нередко многократно.

Поэтому, например И. И. Дедю в неоднократно упоминавшемся словаре, правило десяти процентов приписывает Р. Л. Линдемону и относит формулировку к 1942 г., а Р. Макинтош в также уже упоминавшейся книге, обсуждая этот закон (правило), Р. Л. Линдемана не упоминает и указывает на Л. Б. Слободкина. При этом год 1961¹. В данном случае важно не авторство (за постулатами иногда закрепляют имя не автора формулировки, а их пропагандиста или лица, много сделавшего в этой области знания), но признание и закрепление связи имени того или другого ученого с твердо осознанной научной общественностью закономерностью. Имеет значение также время, когда закрепилось это признание: часто между первой формулировкой и глубоким осознанием явления проходит значительный период. Еще длиннее бывает время от разрозненных обобщений фактов в отдельные научные законы, принципы, правила и так далее до формирования логической картины той части мира, которую исследует та или другая область знания. Как только это происходит, она — эта картина исследуемой части мира — входит в общий массив науки, делается инструментарием в руках человеческого общества.

3.2.1. Сложение систем

- Аксиома системной целостности
- Закон подобия части и целого
- Аксиома эмерджентности
- Закон необходимого разнообразия
- Закон (правило) полноты составляющих
- Закон избыточности системных элементов при минимуме числа вариантов организации
- Принцип перехода избыточности в самоограничение
- Правило конструктивной эмерджентности
- Закон (правило) перехода в подсистему, или принцип кооперативности
- Закон (принцип) увеличения степени идеальности, или эффект черширского кота
- Закон (аксиома) системного сепаратизма
- Закон оптимальности
- Правило системно-динамической комплементарности, или закон баланса консервативности и изменчивости

Трудно выделить наиболее общую закономерность сложения систем. Пожалуй, ею может служить закон *подобия части и целого*, или *биологический закон*, связываемый китайцами с именем их соотечественника Zhang Yingging², но, безусловно, уходящий корнями глубоко в века: часть является миниатюрной копией целого, а потому все части одного уровня иерархии систем похожи друг на друга. Примеры: модель атома и солнечной системы; человеческое существо — миниатюрная копия мироздания; организм, состоящий из многих клеток и одноклеточный, при

¹ Slobodkin L. B. Preliminary ideas for a predictive theory of ecology//Am. Nat. V. 95. P. 147—153. Можно добавить, что знание трудов того или иного автора и их оценка весьма различны внутри и вне страны, где работает ученый. Например, в Новой Британской Энциклопедии, широко распространенной в США, нет упоминания об Ю. Одуме, а менее известному у нас в стране Г. Одуму посвящена специальная статья (в части энциклопедии, называемой Микрорепедией).

² Yong-zai Ye. The significance of bio-holographic law in philosophy and scientific methodology//8 Int. Congr. Lod., Methodol. and Phil. Sci., LMPS'87. Moscow, 17—22 Aug. 1987. Vol. 5. Sec. 7—11. Pt. 2. Moscow, 1987. P. 240—243.

этом каждая клетка генетически как-то представляет модель целого многоклеточного организма.

Закон подобия части и целого не абсолютен. Электрон никак не может быть моделью организма, а отдельные гены аналогичны и даже идентичны у очень далеко систематически отстоящих друг от друга видов. Однако такие противоречия встречаются, как правило, при сравнении очень иерархически удаленных структур, главным образом элементарных и очень сложных. С известными поправками можно согласиться, что части обычно физиономически отражают основные свойства целого и аналогичны между собой.

Закон подобия части и целого отнюдь не означает их абсолютной идентичности. Наоборот, еще в античное время была сформулирована аксиома: целое больше суммы его частей, или *аксиома эмерджентности*: целое всегда имеет особые свойства, отсутствующие у его частей-подсистем и не равно сумме элементов, не объединенных системообразующими связями. При сложении системного целого образующаяся интеграция подчиняется иным (хотя возможно, и подобным) законам формирования, функционирования и эволюции. Образно говоря, одно дерево еще не лес, как и группа деревьев, а механическое сосредоточение химических элементов, молекул органических веществ, даже тканей и органов, не дает организма. Для леса необходимо сочетание всех его экологических компонентов, составляющих именно его экосистему, образование круговоротов веществ, регуляция потока энергии, в том числе образование собственного биоклимата, и т. д. Для организма требуется «энтелехия» системной целостности, обмена веществ и других свойств биосистемы.

При всей очевидности аксиомы эмерджентности ее не всегда осознают в практической деятельности.

Совершенно очевидно, что никакая система не может сформироваться из абсолютно идентичных элементов. Отсюда вытекает *закон необходимого разнообразия*. Даже в кристаллической решетке положение атомов в ней делает их функционально различными. Сельскохозяйственная монокультура вообще лишь метафорическое понятие, если это не стерильная гидро- или aeropоника одного клона растений. В любой монокультуре участвуют сотни видов дробянок, грибов, растений (сорняки) и животных (почвенные, вредители и др.). Для каждого типа систем необходимое разнообразие количественно различно и часто строго фиксировано. Нижний предел — не менее двух элементов (белки и нуклеиновые кислоты, «он» и «она» и т. п.), верхний предел — бесконечность.

Системные образования состоят из подсистем. Их необходимое число и разнокачественность также более или менее постоянны. Для простейших систем это очевидно (два атома O_2 дают кислород, три — озон), но для более сложных ясность этого принципа теряется. Например, каково должно быть число и разнокачественность функциональных составляющих биотического сообщества? В общем виде ответ несколько неожиданный: столько, сколько необходимо для его формирования, обычно много, но не строго фиксированно и различно в зависимости от географического и топографического места, среды жизни и других факторов. И эта неопределенность отражается в *законе (правиле) полноты составляющих*: число функциональных составляющих системы и связей между ними должно быть оптимальным — без недостатка или избытка в зависимости от условий среды или типа системы. Жесткие системы¹ имеют более фиксированный

¹ Очевидно, следует различать строго детерминированные, в том числе по числу подсистем и элементов, системы с жестко определенными связями и функциями и более стохастиче-

(иногда абсолютно) лимит составляющих. Например, молекула вещества в любых условиях, оставаясь сама собой, сложена определенным числом атомов. Строго говоря, четкие лимиты характерны для всех систем, но экологические их модификации часто не теряют функциональных черт и при довольно большом разбросе числа составляющих. Для них характерны естественные колебания даже количества входящих видов. Размах колебаний ограничен законом необходимого разнообразия.

При всех колебаниях числа составляющих оно подчиняется действию закона избыточности системных элементов при минимуме числа вариантов организации: многие динамические системы стремятся к относительной избыточности основных своих составляющих при минимуме вариантов организации. Избыточность числа элементов нередко служит неременным условием существования системы, ее качественно-количественной саморегуляции и стабилизации надежности, обеспечивает ее квазиравновесное состояние. В то же время число вариантов организации жестко лимитировано. Природа часто «повторяется», ее «фантазия», если говорить не о числе и разнообразии однотипных элементов, а о количестве самих типов организации, очень ограничена. Отсюда многочисленные структурные аналогии и гомологии, однопорядковые формы организации общественных процессов и т. п.

Стремятся к избыточности, например, демографические (в широком понимании термина) и экономические процессы, а также их следствия (распашка земель, урбанизация и др.). Однако имеется и стратегия самоограничения, направленная на замену количественного роста качественным усовершенствованием: забота о потомстве, большая его жизнеспособность, интенсификация производства и т. д. Принцип перехода избыточности в самоограничение может быть сформулирован в следующих словах: избыточность системных элементов может быть заменена повышением качества этих составляющих (индивидуальной надежности) или их агрегации, в том числе в функциональные надсистемы (ср. ниже правило конструктивной эмерджентности и закон перехода в подсистему). Фактически все мироздание, начиная от «Большого взрыва» при формировании нашей Галактики, подтверждает справедливость этого принципа.

Фиксированное число разнокачественных элементов возникает, очевидно, под давлением объективных причин. Всякое объединение не случайно, если оно не вызвано антропогенными внешними обстоятельствами. Движущим механизмом служит «выгода» большей надежности при объединении — действие правила конструктивной эмерджентности: надежная система может быть сложена из ненадежных элементов или из подсистем, не способных к индивидуальному существованию. Примеры этого правила чрезвычайно многообразны. Природа очень часто прибегает к услугам правила конструктивной эмерджентности. Достаточно вспомнить колониальные организмы (например, кораллы) и общественных насекомых (муравьев, пчел, термитов). Иерархическое строение природных систем также результат действия обсуждаемого правила. И для этого случая можно сформулировать закон (правило) перехода в подсистему, или принцип кооперативности: саморазвитие любой взаимосвязанной совокупности, ее формирование в систему приводят к включению ее как подсистемы в образующуюся или существующую надсистему: относительно однородные системные единицы образуют общее целое. Примеры столь

ские, «мягкие», функционально высокоподвижные образования. Однако это различие не абсолютно: все природные системы внутренне изменчивы — изотопы элементов, изомеры молекул и так далее.

множественны и общеизвестны, что едва ли их стоит приводить. «Кооперативный эффект» проявляется на всех уровнях организации материи, и его часто называют системным, или системообразующим, эффектом. Фундамент возникновения кооперативного эффекта — значительный вещественно-энергетический и информационный выигрыш.

Это преимущество постепенно растет согласно *закону (принципу) увеличения степени идеальности (Г. В. Лейбница), или «эффекту чеширского кота» (Льюиса Кэррола)*: гармоничность отношений между частями системы историко-эволюционно возрастает (кот уже исчез, а улыбка его еще видна). Этот принцип практически не имеет исключений, будь то отношения типа хищник — жертва или хозяин — паразит, морфолого-физиологическая корреляция органов в индивиде, взаимоотношение государств в мировом сообществе.

Эмпирические наблюдения подводят к формулировке *аксиомы, или закона системного сепаратизма*: разнокачественные составляющие системы всегда структурно независимы. Между ними существует функциональная связь, может быть взаимопроникновение элементов, но это не лишает целостностей, входящих в систему, структурной самостоятельности при общности «цели» — сложения и саморегуляции общей системы. Например, организм состоит из органов. Каждый из них «не заинтересован» в ухудшении работы другого органа или в уменьшении его размеров. Наоборот, в составе системы организма каждый орган тесно связан с другими гуморально и общей судьбой. Вместе с тем, печень не может быть частью сердца, но лишь функциональной составляющей пищеварительной системы. Таковы же взаимоотношения в любых системах, в том числе в социальном их ряду, хотя это не всегда осознается. Границы могут быть не столь четки, как в организме между органами (хотя и в нем они достаточно размыты). Например, государства в истории неоднократно укрупнялись, входя друг в друга, и разукрупнялись. Однако в конечном итоге империи распадались в силу действия закона оптимальности (см. ниже) размеров и неизбежного сепаратизма наций и народов, этносов. Это не противоречит экономическому и даже политическому объединению государств на основе «гуморальной» связи мирового рынка. Общемировое единое государство как структурно гомогенное образование также невозможно, как не может быть высшего организма из аморфного клеточного вещества, недифференцированных тканей и т. п. «Плавильный котел» наций возможен лишь как юридическое, но не физическое состояние, если речь не идет о тысячелетиях.

Итоговым обобщением и развитием перечисленных закономерностей сложения систем служит *закон оптимальности*: с наибольшей эффективностью любая система функционирует в некоторых характерных для нее пространственно-временных пределах (или: никакая система не может сужаться или расширяться до бесконечности). Размер системы должен соответствовать выполняемым ею функциям. Обычно такой размер называют характерным размером системы. Ясно, что для того, чтобы рождасть живых детенышей и кормить их молоком, самка млекопитающего не может быть ни микроскопической, ни гигантской; чтобы летать, птица не может быть слишком большой и т. п. Менее ясно, что в любую эпоху размер национальных государств строго ограничен, и империи, страдающие «синдромом динозавра», обречены на распадение. И в то же время, исходя из закона перехода в подсистему, государства не могут не кооперироваться, в том числе в области природопользования. Это им дает возможность использовать преимущества конструктивной эмерджентности.

Для перехода к обсуждению законов внутреннего развития систем

важна формулировка *правила системно-динамической комплементарности, или закона баланса консервативности и изменчивости*: любая саморазвивающаяся система состоит из двух рядов структур (подсистем), один из которых сохраняет и закрепляет ее строение и функциональные особенности, а другой способствует видоизменению и даже саморазрушению системы с образованием новой функционально-морфологической специфики, как правило, соответствующей обновляющейся среде существования системы. Чем жестче организована система, тем сильнее в ней механизмы консервации, прямолинейней и непосредственней их действие. При этом большее значение имеют внешние для системы, а не внутренние для нее факторы развития. Примеры взаимодействующих рядов структур — наследственность и изменчивость с их аппаратами, организмы-эдификаторы в экосистемах и «вредители» в них, консервативные и радикальные партии в общественном развитии и т. п.

Жесткие системы, вернее, квазисистемы типа механических устройств и тоталитарно-автократических политических общественных структур лишены свойства и механизмов самоподдержания (вместо них действуют жесткие связи и механизмы принуждения) и потому обречены на постепенное разрушение, тем более скорое, чем агрессивнее для них окружающая среда. При этом сначала выходят из строя отдельные части, а затем наступает момент полной деструкции такой квазисистемы без возможности для нее не только самовосстановления, но и искусственного ремонта (однако может быть создан из тех же или подобных частей еще более жесткий аналог). Подобные явления наблюдаются и в тех случаях, когда среда (физическая, историческая и т. д.) не соответствует функционально-структурным особенностям системы. В этом случае происходит вымирание, смена функций и другие аналогичные процессы, охватывающие не только исчезающие системы, но и связанные с ними функциональные совокупности и их иерархию (например, один вид никогда индивидуально не исчезает, с ним вместе меняется вся пищевая цепь, сеть, а затем консорция, синузия, биоценоз, экосистема и, отчасти, их иерархия в целом; аналогичные процессы идут в общественных процессах в случае изменения политической системы в одном государстве или их группе). Дополнительные закономерности читатели найдут ниже: см. закон согласования строения и ритмики (функций) частей (подсистем), или закон синхронизации и гармонизации системных составляющих (конец разд. 3.2.2), а также закон экологической корреляции и принципы экологической комплементарности (дополнительности) и экологической конгруэнтности (соответствия) в разд. 3.9.1.

3.2.2. Внутреннее развитие систем

- Закон вектора развития
- Закон необратимости эволюции Л. Долло
- Закон усложнения системной организации
- Закон неограниченности прогресса
- Биогенетический закон
- Геогенетический закон
- Закон последовательности прохождения фаз развития
- Системогенетический закон
- Закон анатомической (структурной) корреляции
- Закон согласования строения и ритмики (функций) частей (подсистем)
- Закон аллометрии
- Закон разновременности развития (изменения) подсистем в больших системах

Если мир систем функционально аналогичен, на чем настаивал Л. фон Берталанфи¹, то помимо общих закономерностей сложения систем должны существовать общие правила их развития — как эволюционного, так и индивидуального. Прежде всего это совершенно очевидный *закон вектора развития*: развитие однонаправленно. Нельзя прожить жизнь наоборот — от смерти к рождению, от старости к юности, нельзя повернуть историю государства вспять, невозможно в том же направлении развернуть эволюцию планеты, жизни на ней. Эта невозвратность сформулирована в виде *закона необратимости эволюции Л. Долло*, на этот раз лишь для живого: организм (популяция, вид) не может вернуться к прежнему состоянию, уже осуществленному в ряду его предков. Очевидно, что эта закономерность универсальна.

Столь же всеобща тенденция всего сущего к усложнению организации и дифференциации функций и подсистем. Изначально эта закономерность (в другой интерпретации и в несколько других словах) была сформулирована (или стала широко известной) в виде *закона усложнения системной организации (организмов) К. Ф. Рулье*: историческое развитие живых организмов (а также всех иных природных и социальных систем) приводит к усложнению их организации путем нарастающей дифференциации функций и органов (подсистем), выполняющих эти функции. Весь ход эволюции живого и развития социальных структур подтверждает этот закон. Движущими механизмами и причинами такого усложнения служит необходимость приспособления к непрерывно меняющимся условиям функционирования систем. При этом условия делаются все более жесткими. В рамках развития жизни на Земле и истории человечества все труднее достаются ресурсы. Но в то же время и живое, и человечество стремятся к достижению относительной независимости от условий среды обитания путем усложнения организации. Это усложнение за пределы разумной (системной) достаточности, на что будет обращено внимание в последнем разделе этой главы, а также при обсуждении закона Копа и Депере (разд. 3.4), в конечном итоге ведет систему к гибели.

Вместе с тем в рамках эволюции крупных космических систем (например, Солнечной), очевидно, действует *закон неограниченности прогресса*: развитие от простого к сложному эволюционно неограничено. Абсолютизировать эту закономерность не стоит. Это приводит к шапкозакидательским настроениям. Прогресс неограничен лишь при очень значительных усилиях и саморегуляции как ведущем факторе развития. Он требует постоянных жертв, число которых также ограничено пределами разумной достаточности, а длительность «неограниченности» все же лимитирована эволюционными рамками. Для Земли это время существования самой планеты. Так что можно говорить лишь о квазиограниченности прогресса любых систем Земли.

В сфере закономерностей развития есть как бы два ряда — эволюционно-исторический и собственного развития индивидуальных систем, т. е. филогенетический и онтогенетический в биологической трактовке.

Логично искать связи между историко-эволюционными процессами и ходом онтогенеза любой системной совокупности. Эта связь наиболее часто прослеживается в мире живого. В 1864 г. Ф. Мюллер установил,

¹ Bertalanffy L. von. General system theory: Foundation, development, applications. N.-Y., 1968. 289 p. «Системные законы» проявляются в виде аналогий, или «логических гомологий», т. е. законов, представляющихся формально идентичными, но относящихся к совершенно различным явлениям» (Берталанфи Л. фон. История и статус общей теории систем // Системные исследования. М., 1973. С. 26.

а через 2 года Э. Геккель сформулировал *биогенетический закон*: онтогенез всякого организма есть краткое и сжатое повторение филогенеза данного вида, т. е. индивид в своем развитии повторяет (в сокращенном и закономерно измененном виде) историческое (эволюционное) развитие своего вида.

Нас сейчас не интересуют все тонкости и подробности проявления биогенетического закона. Важнее найти его аналоги среди большого числа типов систем, особенно абиотических. И действительно, Д. В. Рундквистом сформулирован *геогенетический закон*: минералогические процессы в короткие интервалы времени как бы повторяют (в измененном виде, со своими «акцентами») общую историю геологического развития, или, другими словами, геологические процессы развития однонаправлены во всех масштабах геоэволюции (общей эволюции Земли, в рамках геологического мегацикла, тектоно-магматического цикла и т. д.). Вновь нас могут не интересовать подробности. Важно само обобщение.

Если проследить линии индивидуального развития множества типов систем, то нетрудно убедиться в том, что биогенетический и геогенетический законы имеют много аналогов. Сходным образом развиваются экосистемы в ряду сукцессий, происходит познание мира ребенком, идет развитие техники и так далее. Закрепленность пути индивидуального развития совершенно очевидна — путь от старости к молодости, а не наоборот, заказан и закреплен эволюционно-исторической «памятью» системы. Функциональные изменения следуют проверенным длинной серией проб и ошибок путем. Отсюда *закон последовательности прохождения фаз развития*: фазы развития природной системы могут следовать лишь в эволюционно и функционально закрепленном (исторически, эволюционно, геохимически и физиолого-биохимически обусловленном) порядке, обычно от относительно простого к сложному, как правило, без выпадения промежуточных этапов, но, возможно, с очень быстрым их прохождением или эволюционно закрепленным отсутствием. Насильно убрать какую-то из фаз развития практически невозможно. Иногда доступно ее несколько сократить во времени. Нельзя существенно отклонить и направление развития. Можно лишь его задержать, даже отсечь какие-то последующие фазы (например, случай неотенин), но не качественно изменить. Доступно и некоторое ускорение процесса путем регуляции внутренних взаимосвязей.

Очевидно, существует общий *системогенетический закон*: природные (а возможно и все) системы в индивидуальном развитии повторяют в сокращенной и нередко в закономерно измененной и обобщенной форме эволюционный путь развития своей системной структуры. Если это так, то возникает щекотливый вопрос: как же находятся пути в самой эволюции? Ведь до прохождения текущей, а тем более последующей фазы развития эти пути не могут быть закреплены иначе как через божественный план. Но так лишь с первого взгляда. На самом же деле наблюдается одновременное движение всех движений в иерархии систем от бесконечно большого Космоса до бесконечно малых элементарных частиц. Каждая подсистема следует за своей системой, вернее, развитие надсистемы определяет многие ограничения в развитии входящих в нее подсистем. Такой процесс «подталкивания», направления развития характерен для всего системного мира как в сверхдлинных отрезках эволюционного времени, так и в сравнительно коротких сроках индивидуального развития. Всюду есть взаимоотношения в иерархии систем — эволюция эволюций и развитие развитий. Процессы-организаторы и их механизмы как бы подталкивают развитие по определенным руслам, и как в реке ниже лежащая масса

воды пройдет раньше выше лежащей, так и в процессах развития предыдущие стадии не могут идти позже за ними следующих. Такова логическая модель действия системогенетического закона. Принципы управления остаются все теми же — целое ограничивает число степеней свободы своих частей, то же делают части по отношению друг к другу и к целому.

Системогенетический закон в отличие от биогенетического своего предшественника позволяет прогнозировать будущее развитие. Вернее, не сам закон, а одно из его следствий. Если развитие относительно детерминировано воздействием иерархии надсистем, а отчасти и подсистем в прошлом (подсистемы, изменяясь, не могут не влиять на целое, пример тому мутации), то характер процессов не изменится и в будущем, во всяком случае ближайшем (в масштабе характерного времени систем). И хотя принцип «развитие есть движение движений во всей иерархии значимых систем» не позволяет создать одной безальтернативной модели, все же можно прогнозировать вероятный ход событий. Если же рассматривается процесс, описываемый системогенетическим законом, в начальных (не в конечных) фазах развития, точность прогноза резко возрастает: никогда бабочка не вылетит из яйца или из гусеницы, только из куколки.

Отсечение надсистемой и межсистемными отношениями многих вероятных путей развития подсистем, детерминированность их развития предполагает наличие единого русла изменений, их одновременности и сопряженности. На это обратили внимание еще биологи первой трети прошлого века. В 1830 г. Ж. Кювье сформулировал закон *анатомической (или структурной) корреляции*. Его современное звучание: в организме, как в целостной системе, все его части соответствуют друг другу как по строению (закон соподчинения органов), так и по функциям (закон соподчинения функций). Изменение одной части организма или отдельной функции неизбежно влечет за собой изменение других частей и функций. Рогам соответствуют копыта, а не хищные зубы, травоядность, а не плотоядность. Но и в любой системе имеется согласование частей, иначе она бы шла вразнос, не было бы никакого единства. Очевидно, действует закон *согласования строения и ритмики (функций) частей (подсистем), или закон синхронизации и гармонизации системных составляющих*: в системе как самоорганизующемся единстве индивидуальные характеристики подсистем согласованы между собой. Одно из важнейших следствий этого закона в том, что выпадение одного из звеньев системы меняет структуру и функции других, сопряженных с этим законом, или полностью изменяет целое. Выпадение атома из молекулы делает молекулу совсем иной; эволюционное изменение одного из функциональных органов меняет весь строй организма и т. д.

Поскольку имеется корреляция между органами и функциями, а развитие есть движение многих движений, в системе одновременно должны присутствовать подсистемы бурно прогрессирующие, стабильные и регрессирующие. Система как правило, развивается неравномерно. Это также подметили биологи, и Дж. Хаксли в 30-х гг. нашего столетия сформулировал закон *аллометрии* — неравномерности роста частей тела в процессе развития организма. Автор закона аллометрии считал такую неравномерность развития аномалией, даже патологией. Однако неравномерное развитие подсистем внутри одной системы весьма обычно. Так развиваются — сезонно и в многолетнем ряду — организмы в биоценозе, так совершенствуются технические устройства, так идет развитие экономики стран и так далее, и тому подобное. Видимо, закон *неравномерности*

развития систем, или, лучше, закон разновременности развития (изменения) подсистем в больших системах может быть сформулирован в таком виде: системы одного уровня иерархии (как правило, подсистемы системы более высокого уровня организации) развиваются не строго синхронно — в то время, когда одни из них достигли более высокого уровня развития, другие еще остаются в менее развитом состоянии. Связь обсуждаемого закона с законом необходимого разнообразия (разд. 3.2.1) лежит на поверхности и не требует комментариев.

Подосновой законов внутреннего строения и развития систем как логических гомологий должны быть какие-то относительно элементарные физические явления, прежде всего энергетические. Обратимся к ним.

3.2.3. Термодинамика систем

- Закон (принцип) «энергетической проводимости»
- Закон сохранения массы
- Закон сохранения энергии (первый принцип термодинамики)
- Второй принцип термодинамики
- Принцип Ле Шателье — Брауна
- Закон минимума диссипации (рассеивания) энергии, или принцип экономии энергии
- Закон максимизации энергии и информации
- Принцип максимизации мощности
- Правило основного обмена

Очевидно, в жизни экологических систем действуют общие термодинамические принципы и законы сохранения энергии, вещества, информации. Наиболее существенны из них, видимо, следующие, формулировки которых приближены к экологическим нуждам.

Наиболее очевиден закон (принцип) энергетической проводимости: поток энергии, вещества и информации в системе как целом должен быть сквозным, охватывающим всю систему или косвенно отзывающимся в ней. Иначе система не будет иметь свойства единства. Это закон (принцип) не следует понимать слишком упрощенно и ограничиваться короткими интервалами времени. Очевидно, для любой, в том числе и экологической, системы определенного уровня иерархии длительность прохождения потока энергии, вещества и информации будет специфичной. Больше всего расчетов сделано для воды. Водообмен в биологической особи занимает часы, влаги в атмосфере (следовательно, и в аэробiosфере) — 8 дней, свободных континентальных поверхностных вод — от 16 дней в реках до 17 лет в озерах; подземные воды обновляются за 1400 лет, а воды океана за 2500 лет. Очевидно, существует характерное время транзита энергии и обмена веществ во всех природных системах мира.

Ю. Н. Куражсковский (Введение в экологию и природопользование. Ростов-на-Дону: Ростовское кн. изд-во, КПК «Кристалл», 1990. 157 с.) на с. 25 назвал закон (принцип) энергетической проводимости законом сохранения жизни: «Второй экологический закон — закон сохранения жизни: жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потока веществ, энергии и информации. Прекращение движения в этом потоке прекращает жизнь». Это верно. Однако движение энергии, вещества и информации необходимо не только для живого и систем с его участием, но, видимо, и для более широкого класса систем, например, многих абиотических, шире — космических, особенно на определен-

ных этапах их существования. Даже неэксплуатируемые здания скорее приходят в негодность, чем заселенные. Видимо, это закон функционирования не только жизни, но и всех динамических систем. Само же движение энергии, вещества и информации подчинено группе закономерностей, часть которых упомянута ниже.

Закон сохранения массы: сумма массы вещества системы и массы эквивалентной энергии, полученной или отданной той же системой, постоянна. Первоначальная формулировка этого закона — масса (вес) веществ до химической реакции равна массе (весу) веществ после химической реакции, а более расширительно — масса поступающего в систему вещества минус масса выходящего из системы вещества равна массе накапливаемого в системе вещества. Если накопления или убывания вещества в системе не наблюдается, она находится в устойчивом, гомеостатическом состоянии. Близкий к этому *закон сохранения энергии, или первый принцип (закон, начало) термодинамики*, гласит: любые изменения в изолированной системе оставляют ее общую энергию постоянной; или: при всех макроскопических процессах энергия не создается и не исчезает, а лишь переходит из одной формы в другую.

В экологии особенно значим *второй принцип (начало, или закон) термодинамики*, имеющий множество формулировок и смысловых оттенков. Три важнейших для экологии: 1) энергетические процессы могут идти самопроизвольно только при условии перехода энергии из концентрированной формы в рассеянную; 2) потери энергии в виде недоступного для использования тепла всегда приводят к невозможности стопроцентного перехода одного вида энергии (кинетической) в другую (потенциальную) и наоборот; результат — невозможно создать вечный двигатель 2-го рода; 3) закон возрастания энтропии: в замкнутой (изолированной в тепловом и механическом отношении) системе энтропия либо остается неизменной (если в системе протекают обратимые, равновесные процессы), либо возрастает (при неравновесных процессах) и в состоянии равновесия достигает максимума.

В открытых системах, согласно *теореме сохранения упорядоченности* в них, сформулированной И. Р. Пригожиным (1955), энтропия не возрастает — она в открытых системах падает до тех пор, пока не достигается минимальная постоянная величина, всегда большая нуля. При этом в системе вещество распределяется неравномерно и организуется таким образом, что местами энтропия возрастает, а в других местах резко снижается. В целом же, используя поток энергии, система не теряет упорядоченности. Деятельность же живых систем всегда негэнтропийна, пока сохраняется их свойство системности: таково индивидуальное развитие организмов, средообразующая их роль в биосфере и другие процессы в открытых системах.

Все системы, с которыми приходится иметь дело экологии, негэнтропийны, упорядочены таким образом, что, по известному меткому выражению Ю. Одума, как бы «откачивают из сообщества неупорядоченность».

Это происходит до тех пор и постольку, поскольку действует *принцип Ле Шателье — Брауна*: при внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, это равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется. Поскольку в биосфере механизм осуществления принципа Ле Шателье — Брауна основывается на функционировании систем живого, оно, это функционирование, как постулировал В. И. Вернадский, служит основным регулятором общеземных процессов. Как показано в ряде работ, и прежде

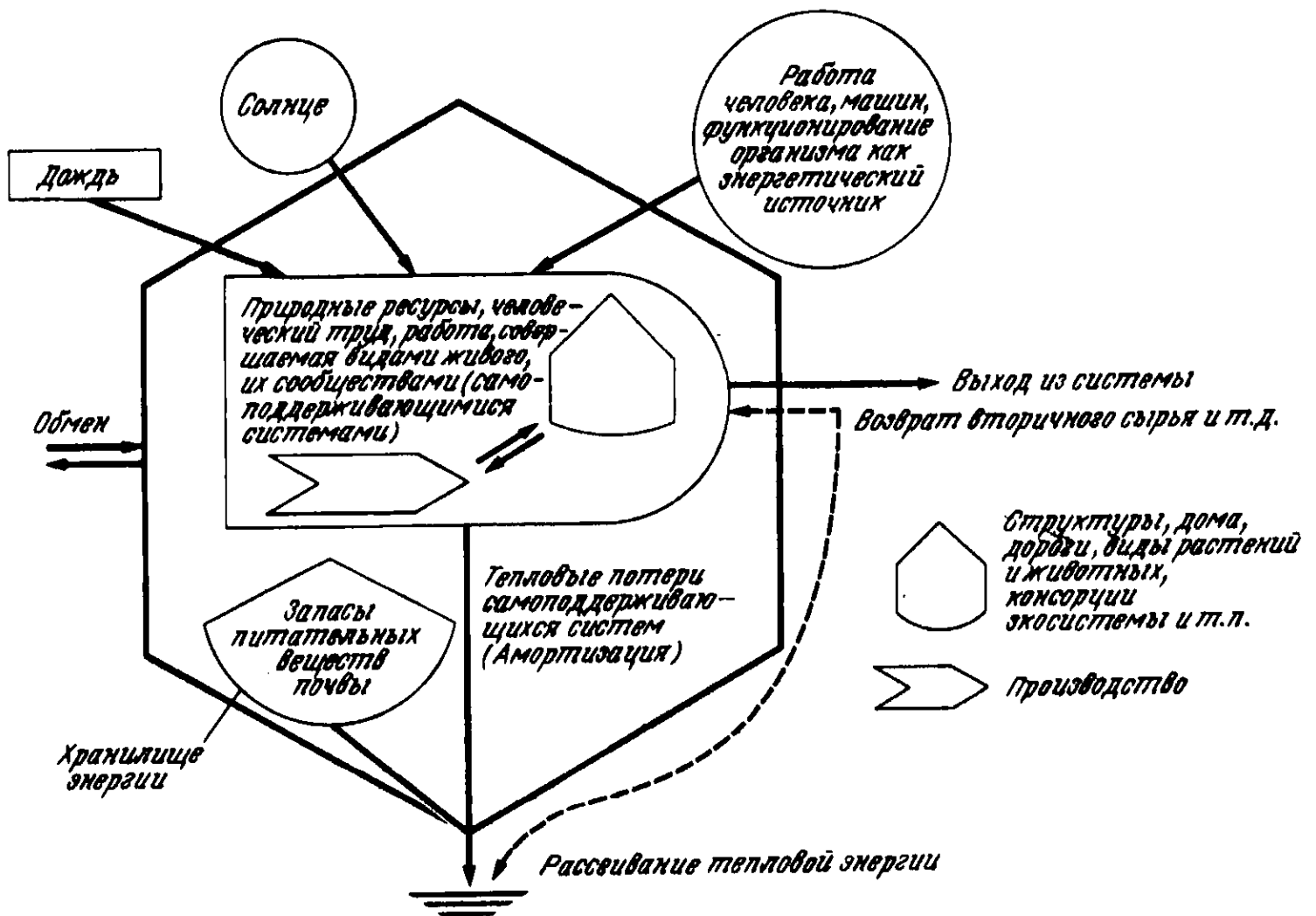


Рис. 3.1. Обобщенная схема системы с механизмами накопления энергии, обратной связи и гомеостаза, обеспечивающими максимизацию потребляемой энергии, т. е. повышение шансов системы на самосохранение (Одум Г., Одум Г. Энергетический базис человека и природы. М.: Прогресс, 1978)

всего В. Г. Горшкова¹, действие принципа Ле Шателье — Брауна в рамках биосферы в наши дни глубоко нарушено. Если в конце прошлого века еще происходило увеличение биологической продуктивности и биомассы в ответ на возрастание концентрации углекислого газа в атмосфере, то с начала нашего века это явление не обнаруживается. Наоборот, биота выбрасывает углекислый газ, а биомасса ее автоматически снижается. Поскольку биосфера имеет лишь одно устойчивое состояние, единственным способом восстановить действие принципа Ле Шателье — Брауна будет сокращение площадей антропогенно измененных земель².

Важное значение для экологических и биолого-эволюционных процессов имеет общезначимый закон минимума диссипации (рассеивания) энергии Л. Онсагера, или принцип экономии энергии: при вероятности развития процесса в некотором множестве направлений, допускаемых началами термодинамики, реализуется то, которое обеспечивает минимум диссипации энергии (или минимум роста энтропии). Очевидна прямая связь обсуждаемого закона и закона оптимальности (разд. 3.2.1).

Не менее тесно связан с другими энергетическими постулатами закон максимизации энергии и информации: наилучшими шансами на само-

¹ Серия работ этого и других авторов обобщена в книге: В. Г. Горшков. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды // Итоги науки и техники. Теоретические и общие вопросы географии. 1990. Т. 7. 238 с.

² Теоретические основы поддержания экологического равновесия см. в книге: Реймерс Н. Ф., Штильмарк Ф. Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 295 с.

сохраненне обладает система, в наибольшей степени способствующая поступлению, выработке и эффективному использованию энергии и информации; максимальное поступление вещества как такового не гарантирует система успеха в конкурентной группе других аналогичных систем. Первоначально закон энергии и информации был сформулирован (Г. и Э. Одумы) как закон максимизации только энергии: в соперничестве с другими системами выживает (сохраняется) та из них, которая наилучшим образом способствует поступлению энергии и использует максимальное ее количество наиболее эффективным способом (рис. 3.1). «С этой целью система: 1) создает накопители (хранилища) высококачественной энергии; 2) затрачивает накопленную энергию на обеспечение поступления новой энергии; 3) обеспечивает кругооборот различных веществ; 4) создает механизмы регулирования, поддерживающие устойчивость системы и ее способность приспособления к изменяющимся условиям; 5) налаживает с другими системами обмен, необходимый для обеспечения потребности в энергии специальных видов» (Г. Одум, Э. Одум. Энергетический базис человека и природы. М.: Прогресс, 1978. С. 72—73).

Закон максимизации энергии и информации имеет более обобщенную и краткую формулировку в виде *принципа максимизации мощи*: системы с мощной энергетикой вытесняют системы с более низкой энергетической «мощью». Вероятно, следует добавить «как правило», так как иногда низкоэнергетические системы имеют преимущества в силу меньшего воздействия на среду и лучшего соответствия столь же низкому энергетическому потенциалу этой среды. Видимо, следует более точно учитывать закон оптимальности (разд. 3.2.1). Например, многие примитивные и низкоэнергетические виды живого в относительно стабильной среде остаются неизменными и вполне конкурентоспособными на протяжении миллионов лет, хотя вокруг имеются так или иначе конкурирующие более, казалось бы, энергетически совершенные и более высоко организованные виды.

Обобщающим выводом из серии закономерностей энергетического ряда может служить *правило основного обмена*: любая большая динамическая система в стационарном состоянии использует приход энергии, вещества и информации главным образом для своего самоподдержания и саморазвития. Таково соотношение основного метаболизма и производимой организмом работы, таково положение в экосистемах и хозяйстве. Это правило нередко не учитывают и сетуют, что де государственный аппарат работает лишь на себя, промышленность делает то же и т. д. Иной ситуации при системном застое и быть не может...

В главе 2 приведена таблица «системы систем» и разобрана иерархия экосистем. Очевидно, законы сложения систем, их внутреннего развития и энергетики должны подводить к формированию закономерностей построения иерархии системного мира — взаимоотношений прежде всего на одном иерархическом уровне, так сказать, в третьем измерении таблицы (см. табл. 2.1). Если каждый новый уровень организации, отраженный этой таблицей, возникает как дубликация целостных подсистем, то более элементарный процесс можно ожидать и в рамках одного уровня иерархии системных образований, и тут имеется уже достаточное число системных законов, некоторые из которых в приложении к конкретным структурам оказались полу- или полностью забытыми. В канве науки сохранились лишь основные.

3.2.4. Иерархия систем

- Принцип иерархической организации, или интегративных уровней
- Периодический закон химических элементов Д. И. Менделеева
- Закон гомологических рядов и наследственной изменчивости Н. И. Вавилова
- Периодический закон географической зональности А. А. Григорьева—М. И. Будыко
- Закон периодичности строения системных совокупностей, или системопериодический закон

Глава 2 была фактически целиком посвящена иерархии систем, прежде всего биосферы и входящего в нее живого. Общие принципы формирования иерархии: 1) дублирование относительно разнокачественных структур, составляющих в своей организованной совокупности нечто новое, т. е. наличие свойства эмерджентности (древние говорили: целое больше суммы его частей) и 2) определенность функциональной цели организации в рамках связей со средой и внутренних возможностей системы. Сам принцип иерархической организации, или принцип интегративных уровней, в биологии и экологии принимается как аксиома или эмпирически наблюдаемый факт (разд. 3.10). Столь же аксиоматически утверждается и проявление эмерджентности с переходом от одного уровня иерархии к другому. Эмерджентность — наличие у системного целого особых свойств, не присущих его подсистемам, элементам и (несистемным) блокам, а также сумме элементов и блоков, не объединенных системообразующими связями. Свойство цели как функциональное состояние и закономерность построения системы, достигаемая путем возникновения обратных связей, создает некое поле взаимодействий. Это поле не может быть бесконечным по способу организации, так как любая система существует в рамках ее характерного времени и пространства (размера).

Размер системы, или характерный размер системы,— это пространственная ее протяженность (объем, площадь) или масса, а также минимальное (максимальное) число подсистем, позволяющее системе существовать и функционировать с осуществлением саморегуляции и самовосстановления в рамках своего характерного времени. Системное время (характерное, или собственное, время системы) — это время, рассматриваемое в рамках периода существования данной системы и/или происходящих в ней процессов. Эти процессы ограничены термодинамикой системы, ее функциональными особенностями. Сочетание цели системы, ее характерного времени и пространства создает предпосылки для действия закона оптимальности, разобранный в разд. 3.2.1. В то же самое время, поскольку системы с одной и той же функциональной целью, формируемой обратными связями, располагаются на одном уровне иерархии и поэтому ограничены однотипным характерным временем и пространством, их построение подчинено одному ряду внутренних закономерностей. Это — смысловое «третье измерение» табл. 2.1, упомянутое в главе 2.

Ограничение числа и форм взаимодействия подсистем одного системного уровня ограничивает «фантазию природы», укладывает ее в строго лимитированный закономерный ряд образований. Периодический закон химических элементов Д. И. Менделеева (свойства химических элементов, проявляющиеся в простых веществах и соединениях, находятся в периодической зависимости от заряда ядер их атомов) был первой формализацией «третьего измерения» таблицы «системы систем» (см. табл. 2.1). Тот же характер имеет закон гомологических рядов и наследственной изменчивости Н. И. Вавилова. (Родственные виды, роды, семейства и др.

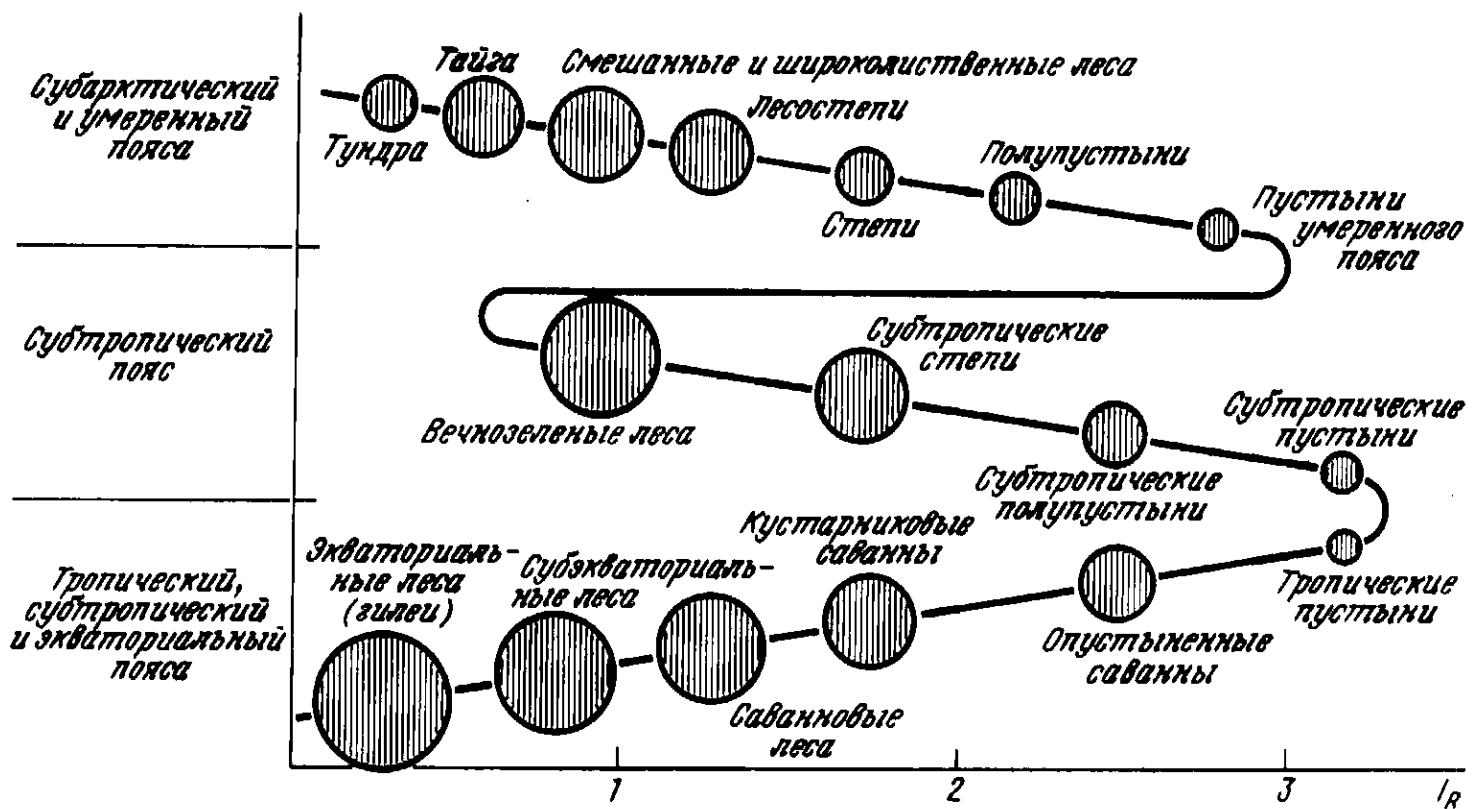


Рис. 3.2. Периодический закон географической зональности: I_R — радиационный индекс сухости (отношение радиационного баланса к количеству тепла, необходимому для испарения годовой суммы осадков). Диаметры кружков пропорциональны биологической продуктивности ландшафтов

систематические категории обладают закономерно возникающими гомологичными генами и порядками генов в хромосомах, сходство которых тем полнее, чем эволюционно ближе сравниваемые таксоны. Гомология генов у родственных форм проявляется в сходстве рядов их наследственной изменчивости. Циклы изменчивости проходят через все роды и виды, составляющие семейство). Менее известен и признан *периодический закон географической зональности А. А. Григорьева — М. И. Будыко*: со сменой физико-географических поясов Земли аналогичные ландшафтные зоны и их некоторые общие свойства периодически повторяются (рис. 3.2).

Периодическое повторение свойств в рядах систем одного иерархического уровня, видимо, общий закон мироздания. Он был сформулирован как закон *периодичности строения системных совокупностей, или системопериодический закон*. Формулировка первого варианта: конкретные природные системы одного подуровня (уровня) организации составляют периодический или повторяющийся ряд морфологически аналогичных структур в пределах верхних и нижних системных пространственно-временных границ, за которыми существование систем данного подуровня делается невозможным (они переходят в неустойчивое состояние или превращаются в иную системную структуру, в том числе другого уровня организации)¹. Более обобщающая формулировка дана мною в словаре-справочнике «Природопользование»: принципы структурного построения и управления однородных природных систем в иерархическом соподчинении и особенно сложении таких же природных систем одного уровня организации (иерархии) повторяются с некоторой правильностью в зависимости от действия единого (комплекса) системообразующего фактора (факторов)². Конкретные примеры иерархии экосистем приведены в главе 2.

¹ Реймерс Н. Ф. Системные основы природопользования // Философские проблемы глобальной экологии. М.: Наука, 1983. С. 140.

² Реймерс Н. Ф. Природопользование. М.: Мысль, 1990. С. 156.

Периодичность систем природы не исчерпывается приведенными выше частными законами периодического строения элементов, гомологических рядов и географической зональности. Она проявляется в строении космических тел, прохождении геологических эпох, сукцессионных стадий развития экосистем и во многих других случаях.

Системопериодический закон можно считать всеобщей закономерностью, действующей во всем системном мире, в том числе в системах с участием живого — экосистемах. Поскольку они всегда составлены живым и средой, окружающей это живое, очевидно, следует обратиться к группе связей, определяющих основные принципы взаимоотношений системы с окружающей ее средой.

3.2.5. Отношения «система — среда»

- Принцип (общий) дополнительности Н. Бора
- Принцип торможения развития
- Закон развития системы за счет окружающей ее среды
- Принцип преломления действующего фактора в иерархии систем (и внутри системы)
- Закон функционально-системной неравномерности
- Принцип скользящих среднемаксимальных случайного статистического ряда
- Правило затухания процессов
- Закон растворения системы в чуждой среде Г. Ф. Хильми

Абсолютно изолированные системы вне связи с окружающей их средой длительное время существовать не могут в силу действия второго начала термодинамики (закона возрастания энтропии — разд. 3.2.3). Самые общие закономерности взаимосвязи система — среда обобщены в философски расширенной формулировке *принципа дополнительности Нильса Бора*.

Изначальный смысл этого принципа (при приборном исследовании физического микрообъекта могут быть получены точные данные либо о его поведении в пространстве и во времени, либо о его энергиях и импульсах как о двух взаимно исключающих картинах, «дополняющих» друг друга) был расширен до: две взаимосвязанные, но различные материальные системы дополняют друг друга в своем единстве и противоположности. Такой «общий принцип дополнительности» очень существенен для функционирования экологических систем (см. в разд. 9.1 принципы экологической конгруэнтности и экологической комплементарности, а также закон единства организм — среда в разд. 3.5.1).

Без относительного (динамического) равновесия в рамках «общего принципа дополнительности» взаимодействие будет кратковременным: система разрушится. Этого не происходит в силу действия *принципа Ле Шателье — Брауна*, формулировку которого мы повторим (разд. 3.2.3.): при внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется. Следствием этого служит *принцип торможения развития*: в период наибольших потенциальных темпов развития системы возникают максимальные тормозящие эффекты. В зависимости от силы процесса они могут быть заметны или скрыты ходом этого процесса.

Вещество и энергия для функционирования и развития системы могут поступать лишь из окружающей эту систему среды, и только за счет этой среды может существовать и прогрессировать любая система. Этот очевидный факт отражает закон *развития системы за счет окружающей ее среды*: любая система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды; абсолютно изолированное саморазвитие невозможно. Этот закон действует как в сфере природных, так и социальных (видимо, принципиально всех) систем природы и общества (кроме, быть может, механических).

Энергия, вещество и информация, поступающие в систему извне и выступающие как факторы ее жизни, действуют не в «чистом» виде, а селективируются и видоизменяются этой системой. Если они проходят предварительно через надсистемы рассматриваемой системы, то эти процессы идут многократно и до нее доходят в трансформированном всеми надсистемами виде. Поиск прямых связей между очень далекими по иерархическому уровню системными образованиями (например, между активностью Солнца и массовыми размножениями организмов), если эти связи не настолько сильны, что проходят «транзитом» через промежуточный ряд иерархии систем, как правило, бывает очень затруднителен. Действует *принцип преломления действующего фактора в иерархии систем*. При этом не следует сбрасывать со счета и саму рассматриваемую систему как преобразующий фактор члена иерархии: фактор, действующий на систему, преломляется через всю иерархию ее надсистем и через функциональные особенности самой системы. В связи с этим, как правило, воздействия надсистем не равны по силе и не совпадают по времени с интенсивностью и моментом их возникновения.

Вероятно, лучше рассматривать отдельно *принцип преломления действующего фактора внутри системы* (внешние для систем воздействия, как правило, проявляются не прямо, а опосредованы механизмами функционирования этой системы; они могут быть ослаблены ее буферными свойствами или усилены возникающими цепными реакциями), справедливый для не моментально губельных для системы воздействий, и только что сформулированный принцип преломления действующего фактора в иерархии систем. В первом случае буфером оказываются механизмы самой системы, а во втором — ее надсистем. В данной формулировке в иерархию систем включена и сама система, на которую воздействует тот или иной фактор, что равно можно принимать или оспаривать в зависимости от подхода.

Упрощенное, механистическое представление о действующих факторах очень распространено и приводит к многочисленным ошибкам.

В силу преломления действующего фактора в иерархии систем и наличия многих «фильтров» этот фактор либо ослабляется, либо усиливается, а чаще всего оказывается неравномерным по силе воздействия с ходом времени. Система немедленно или с задержкой реагирует на возникающие флуктуации. Этот факт констатируется *законом функционально-системной неравномерности*: темпы реакций и прохождения фаз развития системы (в ответ на действие внешних факторов) закономерно неравномерны — они то убыстряются (усиливаются), то замедляются (ослабевают).

Ритмика таких колебаний обычно кратна трем. Об этом говорят эмпирические факты, прямые наблюдения в природе. Была выдвинута (советскими учеными Г. Розенбергом и С. Рудерманом) гипотеза и сформулирован *принцип скользящих среднемаксимальных случайного статистичес-*

кого ряда: периоды между максимумами временного (или любого другого случайного условно бесконечного статистического) ряда величин имеют определенную цикличность вне зависимости от характера и происхождения самих наблюдаемых величин, т. е. математическое ожидание величины расстояния от максимума до максимума средних, равномерно расположенных значений признака, не зависит от характера самого случайного ряда. Чаще всего наблюдаются периоды, близкие к $n \cdot 3$, 3^n , 4 и 5. Таковы циклы солнечной активности, колебания численности организмов. Весьма вероятно, что в основе упорядоченности циклов колебаний на Земле лежат космические процессы.

Если речь идет не об условно бесконечном ряде статистических величин, а о конечном явлении, то обычно в развитии систем действует *правило затухания процессов*: насыщающиеся системы с увеличением степени равновесности с окружающей их средой или внутреннего гомеостаза (в случае изолированности системы) характеризуются затуханием в них динамических процессов. Это затухание может быть постепенным при линейности процесса или идти скачкообразно по затухающей синусоиде, лавинообразно (экспоненциально и сверхэкспоненциально). Такое явление характерно для насыщающихся растворов, термодинамических процессов, темпов размножения акклиматизированных организмов, экономического развития стран и регионов и других природных и социальных явлений.

Частным, но важным случаем правила затухания процессов и одновременно следствием закона оптимальности (разд. 3.2.1), перекликающегося в данном случае со вторым принципом термодинамики (разд. 3.2.3), служит *закон растворения системы в чуждой среде*, выведенный советским геофизиком Г. Ф. Хильми. Он действует в любых системах, в том числе социальных (при большой разнице «культурного острова» и среды, в которой он находится, этот остров бывает уничтожен, что и было в результате репрессий после 1917 г. в нашей стране). Особенностью социальных «островов» является то, что в них малые системные образования, растворяясь, увлекают за собой окружающую их среду, что в совокупности приводит к явлению пассионарности, детально исследованному Л. Н. Гумилевым в ряде работ, в том числе в нашумевшей книге «Этногенез и биосфера Земли» (Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. 495 с.). Формулировка закона растворения системы в чуждой среде приведена в особой трактовке в разд. 3.7.3 при обсуждении биогеографических закономерностей.

Общесистемные закономерности, изложенные выше, распространяются на экологические системы и действуют либо сами по себе, либо в специфическом для природных систем с участием живого виде. Нередко они сформулированы как узкоэкологические законы, правила, принципы и так далее. В дальнейшем изложении необходимо будет обратить внимание на это.

Перейдем к общим физико-химическим и молекулярным закономерностям возникновения, построения и функционирования живого.

3. 3. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ ЖИВОГО

- Закон хиральной чистоты Л. Пастера
- Закон физико-химического единства живого вещества В. И. Вернадского
- Термодинамическое правило Вант-Гоффа — Аррениуса
- Биогеохимические принципы В. И. Вернадского
- Закон сохранения термодинамического состояния
- Теорема (афоризм) Э. Шрёдингера
- Теорема (афоризм) Хааса
- Теорема Г. Атлана
- Теорема Брнллуэна

Поскольку все экологические системы имеют в своем составе живое и без него теряют свою специфику, необходимо уяснить закономерности функционирования этого живого — самые общие и затем частные. Первым в этом ряду, вероятно, следует поставить *закон хиральной чистоты Л. Пастера*: живое вещество состоит из хирально чистых структур. Хиральность, или хиральная чистота, — наличие исключительно объектов, несовместимых со своим зеркальным отражением (типа правой и левой руки, откуда и происхождение термина: гр. «хира» — рука)¹. Белки живого построены только из «левых» (поляризующих свет влево) аминокислот, нуклеиновые кислоты сложены исключительно из поляризующих свет вправо сахаров и т. д. Синтетически такие вещества получить очень трудно. Вещества небиогенного происхождения хирально симметричны — «левых» и «правых» молекул в них поровну.

Хиральная чистота обуславливает специфику живого, несводимость его к неживому и практическую невозможность получения живого из неживого в современных условиях Земли. Для этой планеты возникновения жизни — уникальный, катастрофический процесс². Закон хиральной чистоты и тот факт, что синтезировать хирально чистые вещества в лабораторных условиях возможно лишь с помощью весьма сложных методик асимметрического синтеза, делают бессмысленными спекулятивные рассуждения об отсутствии граней между неживым и живым. Искусственное конструирование живого, если говорить о природе Земли, практически неосуществимо³. Вместе с тем, хиральная асимметричность, свойственная всему живому, объективно указывает на его физико-химическое единство, что и отражает *закон физико-химического единства живого вещества В. И. Вернадского*: все живое вещество Земли физико-химически едино.

¹ В отечественной литературе встречается нная транскрипция термина — киральный.

² Эти вопросы подробно изложены в ряде статей рано скончавшегося Л. Л. Морозова и его соавторов. Можно рекомендовать две научно-популярные работы: Л. Л. Морозов. Не сохраняющаяся четность в молекулярном мире организмов//Природа. 1977. № 1. С. 32—45. Он же (посмертная статья). Поможет ли физика понять, как возникла жизнь?//Природа. 1984. № 12. С. 35—48.

³ Это легко доказать математически. Возникновение существующих цепей из 2000 ферментов, характерных для живого, требует перебора 10^{40000} вариантов их сочетаний (Викрамасингхе Ч. Размышления астронома о биологии//Курьер ЮНЕСКО. 1982. Июнь. С. 36—38). Возникновение генома человека, сложность которого оценивается числом 10^{1000} , требовало бы в эволюции живого фантастического перебора вариантов, равного более 10^{900} на одну особь (Реймерс Н. Ф. История эволюции//Человек и природа. 1982. № 11. С. 50—61). Числа эти абсолютно нереальны — см. закон направленности эволюции в следующих разделах главы, а также разд. 3.11.

Этот закон не исключает количественной биогеохимической специфики видов живого, даже половых и возрастных, возможно индивидуальных химических и физических отличий у тканей организмов. Однако качественно жизнь едина, и потому подчиняется единым «правилам игры», в том числе термодинамическому правилу Вант-Гоффа — Аррениуса, правилу поверхностей и биогеохимическим принципам В. И. Вернадского.

Термодинамическое правило Вант-Гоффа — Аррениуса в биолого-экологической модификации гласит, что подъем температуры на 10°C приводит к 2—3-кратному ускорению химических процессов. Фактически обмен веществ в одних случаях усиливается многократно (до 7,4 раз), а в других повышение температуры его замедляет.

Правило Вант-Гоффа — Аррениуса существенно углубляется закономерностью, формулируемой для теплокровных животных в виде правила поверхностей. Формулировку и расшифровку этого правила технически и по смыслу удобней оказалось привести в разд. 3.4.2.

Экологический эффект всемирного повышения температуры на 10°C довольно трудно предсказуем. Скорее всего изменение среднеглобальной температуры в таком размере катастрофично. Среднеглобальная температура атмосферы у поверхности Земли около 15°C . За последний 1 миллион лет она изменялась в пределах 5°C похолодания и 2°C потепления. При изменении среднеглобальной температуры на 10° , т. е. в 1,5 раза от современного уровня, скорее всего будет нацело нарушено действие принципа Ле Шателье — Брауна (разд. 3.2.3) — биота как бы сама себя «съест», так как процессы обмена веществ, усиливаясь, приведут не к сопротивлению изменениям в окружающей биоту среде, а к быстрой самодеструкции биосферы.

При этом будут глубоко нарушены первые два биогеохимических принципа В. И. Вернадского, а третий его принцип будет существенно искажен. *Первый биогеохимический принцип В. И. Вернадского* гласит: биогенная миграция атомов химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному своему проявлению. Этот принцип уже в наши дни нарушен, хотя и обратимо, как сказано выше при обсуждении принципа Ле Шателье — Брауна (разд. 3.2.3). *Второй биогеохимический принцип В. И. Вернадского*: эволюция видов в ходе геологического времени, приводящая к созданию устойчивых в биосфере форм жизни, идет в направлении, усиливающем биогенную миграцию атомов. Этот принцип при антропогенном измельчании средних размеров особей биоты Земли в ходе процессов экологического дублирования (лес сменяется лугом, крупные животные мелкими) начинает действовать аномально интенсивно (см. правило Ю. Одума в разд. 3.8.1), что также нарушает действие принципа Ле Шателье — Брауна.

Поскольку, согласно *третьему биогеохимическому принципу В. И. Вернадского*, живое вещество находится в непрерывном химическом обмене с космической средой, его окружающей, и создается и поддерживается на нашей планете космической энергией Солнца, биосферная солнечно-земная связь с нарушением первых двух биогеохимических принципов В. И. Вернадского и принципа Ле Шателье — Брауна резко изменяется. Космические воздействия могут из системы поддержания биосферы планеты превратиться в агенты, ее разрушающие. Процесс может стать саморазвивающимся и необратимым. Пока биосфера еще находится в обратимом состоянии, но угроза ее самодеструкции все время растет. К этому вопросу целесообразно вернуться после рассмотрения всей группы зако-

номерностей, регулирующих функционирование природных систем планеты. Начнем этот перечень с экологических законов, правил и принципов жизни отдельного организма.

Как бы в промежутке со следующим блоком обобщений (разд. 3.4) стоит закон сохранения термодинамического состояния¹: энтропия и информация обратно пропорциональны, что ведет к дифференциации отдельных функций организма и, следовательно, специализации его частей. Это вызывает эволюционные адаптации, в том числе ведет к развитию систем управления, соотносящих работу отдельных реагентов и стабилизирующих их параметры. Этот закон объясняет внутренние побудительные механизмы возникновения адаптаций, тенденцию к эволюционным переменам. Внутренние процессы сложно взаимодействуют с процессами, вызываемыми внешними причинами, в рамках четырехединства биологических систем: их целостности, преобразуемости, саморегуляции и воспроизводимости.

Чтобы закончить с проблемами термодинамики и энтропии и перейти к биосистемам, обратимся к группе теорем, или афризмов, сформулированных для уровня отдельной особи. Первой в этом ряду стоит теорема (афоризм) Э. Шредингера (1944) о «питании» организма отрицательной энтропией. Эта теорема утверждает, что упорядоченность организма (особи) выше, чем окружающей его среды и он (организм) отдает в эту среду больше неупорядоченности, чем получает:

$$d_e S - d_i S = -S, \text{ если } d_i S \geq d_e S,$$

где $d_i S$ — внешняя энтропия, а $d_e S$ — внутренняя энтропия. — S выступает как мера упорядоченности. Совершенно очевидна связь теоремы Э. Шредингера с теоремой сохранения упорядоченности И. П. Пригожина (разд. 3.2.3).

Следующие три обобщения носят столь же уточняющий характер. Их ряд начинается теоремой (афоризмом) Хааса (1963): организм «питается» положительной энтропией, т. е. энергетическая ценность пищи выше, чем этот же показатель продуктов диссимиляции. Иначе — организм существует до тех пор и постольку, поскольку имеется положительный энергетический баланс.

Теорему (афоризм) Э. Шредингера дополняет теорема Г. Атлана (1968), утверждающая, что организм «питается» не только отрицательной энтропией, но и «шумом». Часть информации, содержащейся в пище, в ходе ассимиляции неизбежно теряется.

Завершает группу сходных обобщений теорема Бриллюэна (1956) о том, что энтропия отходов больше энтропии пищи. По сути дела, по содержанию это повторение теоремы Э. Шредингера:

$$S_{ns} - S_{ab} = -S, \text{ если } S_{ab} \geq S_{ns},$$

где S_{ns} — энтропия пищи, а S_{ab} — энтропия продуктов диссимиляции.

Перечисленные теоремы «оголяют» физический смысл достаточно очевидных истин.

¹ Летунов В. Н. Термодинамические аспекты теории адаптаций // Тр./Зоол. ин-т АН СССР. 1987. Т. 160. С. 31—40.

3.4. ЭКОЛОГО-ОРГАНИЗМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

3.4.1. Развитие биосистем

- [Закон усложнения системной организации] организмов (биосистем) (разд. 3.2.2)
- [Закон неограниченности (биологического) прогресса] (разд. 3.2.2)
- Правило (закон) ускорения эволюции
- Правило эквивалентности в развитии биосистем
- Правило максимального «давления жизни»
- Принцип преадаптации
- Закон генетического разнообразия
- Закон эволюции А. Н. Северцова
- Правило прерывистого равновесия
- Правило чередования главных направлений эволюции
- Принцип внезапного усиления патогениости
- Закон эколого-системной направленности эволюции
- Правило происхождения новых видов от неспециализированных предков Э. Копа
- Принцип дивергенции Ч. Дарвина, или правило адаптивной радиации Г. Ф. Осборна
- Правило прогрессирующей специализации Ш. Депере
- Правило более высоких шансов вымирания глубоко специализированных форм О. Марша
- Закон увеличения размеров организмов в филогенетической ветви Э. Копа и Ш. Депере

Внутренние закономерности развития индивидуальных систем, особенно живых и с участием живого, очень трудно отделить от внешних факторов, в значительной мере определяющих это внутреннее развитие. Самые общие «правила поведения» живых систем иногда внешне не отличаются от алгоритмов функционирования любых других систем аналогичной сложности и целенаправленности. Часто разница возникает просто из-за того, что на ту или другую сторону явления не обращали должного внимания. Возможно, рассматриваемые закономерности в этой сфере материального мира практически менее важны, а потому выпали из поля зрения исследователей.

Организменная самостоятельность (понимая в данном случае под организмом систему, составленную генетически обусловленным индивидом или их совокупностью совместно с наиболее тесно связанными консорбентами, т. е. особь и множество особей как индивидуальных консорций, но не популяцию и вид в генетико-биологической трактовке) проявляется в ряде закономерностей, подосновой которых служат сформулированные выше постулаты. Они в какой-то мере перекликаются с приводимыми в этом разделе, поскольку общие правила касаются и проявления менее общих алгоритмов поведения.

Перебрасывая мостик от разд. 3.2.2, где говорилось об общих закономерностях внутреннего развития систем, следует вспомнить *закон усложнения системной организации* в приложении к организмам (биосистемам), а также *закон неограниченности прогресса* для биологических структур. Это — правила развития биосистем как бы изнутри, вне среды жизни.

Еще одно подобное *правило ускорения эволюции*: с ростом сложности организации биосистем продолжительность существования вида в среднем сокращается, а темпы эволюции возрастают. Например, можно построить такой ряд: средняя продолжительность существования вида птиц — 2 млн. лет, млекопитающих — 800 тыс. лет, предковых форм человека — 200—500 тыс. лет, современного человека пока не более

50 тыс. лет (а уже возникли многие экологические кризисы, и генетики считают генетические резервы человека исчерпанными). Среди «живых ископаемых» нет высокоорганизованных видов. Конечно, высокая организация связана с относительно коротким сроком эволюции, однако число вымерших видов птиц и млекопитающих в сравнении со всем их количеством велико¹.

Хотя ясно, что живое неотрывно от среды, а все три перечисленные закономерности как бы игнорируют эту связь, такой неизбежный редуционизм допустим. В индивидуальном развитии его предопределенность почти абсолютна. Если системы живого не погибают, они обладают свойством конечной эквивалентности, что сформулировано в виде соответствующего правила Л. фон Берталамфи (30-е гг. нашего века). *Правило эквивалентности в развитии биосистем* утверждает, что биосистемы способны достигнуть конечного (финального) состояния (фазы) развития вне зависимости от степени нарушения начальных условий своего развития. Еще раз следует подчеркнуть, что это происходит лишь при сохранении минимума внешних и внутренних условий существования биосистемы.

Эти условия ограничивают многие процессы, в том числе интенсивность размножения организмов. В противном случае осуществлялось бы без ограничений *правило максимального «давления жизни»*: организмы размножаются с интенсивностью, обеспечивающей максимально возможное их число. Однако «давление жизни» лимитировано емкостью среды жизни и многими другими закономерностями системного мира: законом ограниченного роста, правилами взаимоприспособленности, внутренней непротиворечивости, соответствия среды генетической предопределенности организма и др. (см. разд. 3.5 и 3.8).

Всем этим лимитирующим механизмам организмы противопоставляют возможности преадаптации. *Принцип преадаптации* заключается в том, что организмы занимают все новые экологические ниши (при их возникновении) благодаря наличию у них свойства генетической преадаптации. Оно состоит в том, что способность к приспособлению у организмов заложена «изначально» и не связана непосредственно с их взаимодействием со средой обитания. Обусловлена такая способность практической неисчерпаемостью генетического кода, а потому информации в геноме любого из организмов. При минимуме числа аллелей количество вариантов генов достигает 10^{50} . В этом многообразии всегда находятся необходимые для адаптации варианты. Если они бывают исчерпаны для одного вида и он вымирает, находится вид-дублер, и экологическая ниша бывает заполнена. Время формирования экологических ниш может быть различным. Иногда это происходит системно почти мгновенно (за отдельные годы), иногда замедленно.

Облегчается процесс формирования экологических ниш почти необозримым генетическим разнообразием организмов. *Закон генетического разнообразия* гласит, что все живое генетически различно и имеет тенденцию к увеличению биологической разнородности. Естественно, что при известном условии отсутствия в природе двух генетически идентичных особей (кроме однойяйцевых близнецов), варианты преадаптаций неисчислимы. Столь же множественны и экологические особенности каждого из индивидов в составе любого вида (см. правило экологической индивидуальности в разделе 3.4.2).

¹ Темпы вымирания и возникновения новых видов, очевидно, взаимосвязаны — см. правило стабильности числа видов биосферы В. Г. Горшкова (разд. 3.11).

Столь же естественно, что любое генетическое разнообразие все же не обеспечивает освоения любых экологических ниш, скажем, наземным организмам — условий водной среды или глубинных слоев литосферы. Кроме этого, эволюционные изменения идут также под контролем определенных правил и прежде всего закона эволюции А. Н. Северцова о чередовании ароморфозов (арогенезов), принципиально меняющих возможности вида к адаптации и расширению сферы обитания, и периодов аллогенезов (идиоадаптаций) — изменений частного порядка. Экологический смысл закона эволюции А. Н. Северцова очевиден.

С законом эволюции А. Н. Северцова сопряжено несколько обобщений, в том числе по смыслу прямо противоположных друг другу. Аналогична закону Северцова концепция, или *правило прерывистого равновесия* американских биологов С. Гоулда и Н. Эдриджа (1977), согласно которым эволюция, как правило, представляет собой не непрерывный, а прерывистый, скачкообразный процесс. Сам Ч. Дарвин считал эволюцию постепенным явлением, т. е. придерживался концепции градуалистической эволюции. Пожалуй, эта концепция представляет лишь исторический интерес, так как фактически и сам Ч. Дарвин, хотя и ссылаясь на афоризм В. Лейбница «природа не делает скачков», но это скорее была его реакция на теорию катастроф. Дарвиновское видообразование по самой своей сути прерывистый процесс, даже если признать его постепенность (вообще единство прерывистости и непрерывности весьма характерно для природы).

Смена ускорений и замедлений в процессе эволюции была подчеркнута И. И. Шмальгаузенем (1939) в *правиле чередования главных направлений эволюции*: арогенная эволюция чередуется с периодами аллогенной эволюции во всех группах организмов. Следует добавить, что сходное явление наблюдается и у всего живого вещества биосферы — см. принцип прерывистости и непрерывности эволюции биосферы (разд. 3.11).

В связи с законами прерывистости эволюции необходимо обратить внимание на *принцип внезапного усиления патогенности*: живое болезнетворное начало действует тем сильнее и разрушительнее, чем выше разница между его патогенностью и сопротивляемостью к ней, особенно, если этот дисбаланс возникает внезапно. Неожиданное усиление патогенности возникает в следующих случаях: а) при мутации болезнетворного организма, приведшей к резкому возрастанию его способности к поражению; б) при выработке болезнетворным организмом новой экологической ниши (обычно при освобождении этой ниши другими организмами) в ранее не пораженном виде или иной систематической категории организмов; в) при внедрении нового болезнетворного организма в экосистему, где нет механизмов регуляции его численности; г) при очень резком изменении среды жизни для поражаемого организма или для экосистемы, куда он входит, что снижает его способность к сопротивлению болезнетворному началу; д) при неблагоприятном изменении половозрастной структуры поражаемого вида (сильного постарения его особей или, наоборот, резкого их омоложения), в обоих случаях приводящем к снижению иммунитета.

Мутация может привести как к ароморфозу (арогенезу) — резкому расширению сферы обитания вида, возникновению многих близких форм, так и к аллогенезу (идиоадаптации) — изменениям частного порядка. В первом случае возможно катастрофическое поражение страдающего организма. Если при этом заметно изменились условия его обитания, может произойти полное вымирание поражаемого вида и более крупной систе-

матической категории живого при условии, что он (она) не имеет очень большого запаса генетических преадаптаций для сопротивления болезнетворному началу¹.

Этот частный случай в жизни природы указывает на неравномерность развития биосистем. Забегая несколько вперед, следует заметить, что в целом оно эволюционно однонаправленно и подчиняется *закону экологосистемной направленности эволюции*: любые эволюционные изменения в конечном итоге направлены экологическими факторами и системными особенностями развития эволюционирующей совокупности, т. е. прогресс направляется как внешними, так и внутренними факторами. Внешними для развивающейся системы живого служат все воздействия надсистем — от Вселенной до ближайшей по иерархии, которые выступают как ограничения развития и как механизмы, к которым развивающаяся совокупность живого или с его участием вынуждена адаптироваться. Развитие каждой из надсистем ведет к изменению условий существования, ужесточающих естественный отбор и одновременно вызывающих усиление мутационного процесса. Может воздействовать также параллельная система. Например, воздействие на организмы пестицидов приводит у части из них к генетически закрепленной адаптации к этим ядохимикатам. Аналогичные процессы наблюдаются во взаимоотношениях внутри систем «хищник — жертва», «хозяин — паразит». Изменению качества видов в экосистемах сопутствует перемена в видовом составе биоценозов, которые также адаптируются к переменам в окружающей их среде. Это в свою очередь создает новые условия в надсистеме по отношению к видам, видоизменяет и ужесточает естественный отбор. Процесс самоусиливается.

Одновременно действуют внутренние факторы, прежде всего термодинамические. Среди них законы минимума диссипации энергии и максимизации энергии и информации (разд. 3.2.3). Внешне это выражается в виде действия закона увеличения размеров (роста) и веса (массы) организмов в филогенетической ветви (Э. Копа и Ш. Депере — см. ниже).

Единичные, как будто бы случайные, мутации на самом деле в массе направлены внешними воздействиями и внутренними механизмами. В основе последних лежат энергетические и физико-химические закономерности (в том числе молекулярно-генетические). Все это объясняет значительную скорость эволюции, математически не укладывающуюся в представления о полной случайности и ненаправленности механизмов прогресса².

Массовые разновекторные изменения вынужденно вливаются в поток, определяемый эволюцией иерархически высших надсистем. Для жизни на Земле — изменениями ее экосферы, а в более длительном интервале времени — переменами в экосфере Солнца и прилегающей части Галактики. Эволюция как иерархическая совокупность многих эволюций подобна «матрешке», состоящей из многих векторов, суммарно направляемых всеми перечисленными процессами.

Число степеней свободы для развития зависит от глубины специализации: чем уже специализирован вид, тем более специфичные условия

¹ На заключения этого абзаца следует обратить внимание при исследовании вопросов вымирания видов в геологической истории Земли и в связи с развитием ВИЧ (СПИД)-заболеваний.

² Легко показать, что даже при смене поколений каждые 2 часа и невероятной численности популяции организмов в 10^{100} особей, случайный перебор генетических вариантов при образовании современных генотипов организмов либо занял бы время в 10 раз большее, чем существование Земли и даже всей Галактики, либо, как указано в одной из сносок раздела 3.3, на каждую особь пришлось бы 10^{900} комбинаций. И то, и другое абсолютно нереальные условия (разд. 3.11).

жизни ему нужны. Он как бы попадает в тоннель без выхода в перспективу. Эти факты обобщает *правило происхождения новых видов от неспециализированных предков Э. Кона* (1896): новые крупные группы организмов берут начало не от специализированных представителей предков, а от их сравнительно неспециализированных групп. Это правило дополняет *принцип дивергенции Ч. Дарвина* (1859), или *правило адаптивной радиации Г. Ф. Осборна* (1902): филогенез любой группы сопровождается разделением ее на ряд отдельных филогенетических стволов, которые расходятся в разных адаптивных направлениях от среднего исходного состояния.

Эти новые группы либо остаются относительно неспециализированными, либо подчиняются *правилу прогрессирующей специализации Ш. Денере* (1876), гласящему, что группа, вступающая на путь специализации, как правило в дальнейшем развитии будет идти по пути все более глубокой специализации. И чем глубже такая специализация, тем возможнее расхождение темпов адаптации организма и скорости изменения среды его обитания. Этот факт обобщает *правило более высоких шансов вымирания глубоко специализированных форм О. Марша*: быстрее вымирают более специализированные формы, генетические резервы которых для дальнейшей адаптации снижены.

Как справедливо указано в книге А. В. Яблокова и А. Г. Юсуфова¹, «вымирание — столь же обычный эволюционный процесс, как и возникновение новых видов» (с. 232). Но оно всегда происходило неодновременно, было длительно и шло с заменой экологически адекватных одних видов другими согласно определенным алгоритмам геологического времени. При этом ниже организованные, т. е. приспособленные к бывшим при их возникновении условиям существования, виды сменялись более высоко организованными — лучше приспособленными к новым условиям жизни.

Интегрально можно назвать эти новые условия вещественно-энергетически и информационно отличающимися от ранее существовавших. Сложное сочетание разнообразных факторов жизни, так или иначе скоординированное со свойствами организмов, включая темпы развития этих свойств, либо дает видам шанс на дальнейшее существование, либо ведет их к вымиранию.

Взаимосвязь вещественно-энергетических и информационных закономерностей, как упомянуто выше, приводит в действие *закон увеличения размеров (роста) и веса (массы) организмов в филогенетической ветви Э. Кона и Ш. Денере*. В. И. Вернадский так сформулировал этот закон: «По мере хода геологического времени выживающие формы увеличивают свои размеры (а следовательно, и вес) и затем вымирают»¹. Происходит это оттого, что чем мельче особи, тем труднее им противостоять процессам энтропии (ведущим к равномерному распределению энергии), закономерно организовывать энергетические потоки для осуществления жизненных функций. Эволюционно размер особей поэтому увеличивается (хотя и является очень стойким морфофизиологическим явлением в коротком интервале времени).

Крупные организмы с большой массой тела, естественно, требуют для поддержания этой массы значительных количеств энергии, получаемой с пищей. Возрастающая потребность в пище увеличивает давление укруп-

¹ Яблоков А. В., Юсуфов А. Г. Эволюционное учение (дарвинизм). М.: Высшая школа, 1989. 335 с.

² Вернадский В. И. Живое вещество. М.: Наука, 1978. С. 92.

ненных особей на среду. Одновременно усложняются процессы гуморальной и нервной регуляции в особях, затрудняется их передвижение, в том числе в поисках пищи¹. В целом укрупнение входит в противоречие с законом оптимальности (разд. 3.2.1). Это как правило приводит к вымиранию слишком крупных организмов при минимальных изменениях среды жизни. В частности, возможно, именно так, без очень значительных глобальных катастроф, могли исчезнуть гигантские рептилии. Поскольку понятие «крупный» и «мелкий» имеют относительное (системное) значение (по отношению к факторам среды и морфофизиологическим характеристикам организмов), могут вымирать и не гиганты, а лишь организмы, вышедшие за рамки закона оптимальности для данных условий².

Закон увеличения размеров организмов в филогенетической ветви может иметь и минусовой знак, т. е. происходит снижение их величины. В ряде случаев с ходом геологического времени организмы отдельных филогенетических ветвей мельчают, что дает им большие возможности для приспособления к среде обитания, в том числе в процессах поиска и добычи пищи. При определенном ее обилии на единицу площади мелкие размеры и высокая активность особей уравнивают потери энергии при усиленном метаболизме (он пропорционален поверхностям, см. в разд. 3.4.2 правило поверхностей). Однако если количество пищи на единицу площади сокращается, то измельчение по причине высокого метаболизма требует экстраактивности. Баланс энергии может оказаться отрицательным, и в этом случае неизбежно вымирание вида. Переход закона оптимальности в меньшую сторону, как правило, эволюционно менее пагубен, чем в большую, но и он может вести к вымиранию или к новому укрупнению до достижения «средних» (энергетически оптимальных) размеров.

Закон Э. Копа и Ш. Депере был установлен для биологических систем, но он справедлив и для всех иных системных, а отчасти и асистемных совокупностей: размера индивидуальных сельскохозяйственных полей, ферм, предприятий, танкеров для перевозки нефти, территорий государств и т. п.

Многие закономерности развития биосистем разобраны ниже в разделе об их эволюции, а мы перейдем к более частным вопросам адаптации и индивидуальности биосистем.

¹ «Эффект динозавра» выражается не только и не столько в величине особи, как в несоответствии формы управления ее размеру. Недаром у многих пресмыкающихся был сильно развит крестцовый мозг. Любопытно, что аналогичный процесс идет и в сверхкрупных государствах-империях. Сначала крепнет периферийная власть, а затем империя разваливается. И чем несовершеннее формы управления, хуже связь и регуляция взаимодействия между подсистемами, тем скорее это происходит.

² Любопытно, что в довольно богатой современной литературе, посвященной теории эволюции, о процессах естественного вымирания видов и даже о массовой гибели особей говорится вскользь, да и то лишь в некоторых изданиях. Механизмы вымирания как правило не вскрыты, а только бегло упомянуты (иногда, правда, весьма содержательно, например, Яблоков А. В., Юсуфов А. Г. Эволюционное учение (дарвинизм). М.: Высшая школа, 1989. 335 с., см. с. 232—233). Это безусловное упущение современной биологической науки в момент, когда именно процессы исчезновения видов выдвигаются на первый план. Антропогенные изменения экосистем ведут к ускоренному видообразованию в рамках небольшого числа групп организмов и к исчезновению их большинства. Это большинство не может адаптироваться к новым условиям жизни и либо бывает уничтожено, либо полустественно (природно-антропогенно) вымирает под давлением изменившихся факторов среды. Антропогенно привнесенные противоречия в системе организм — среда теоретико-функционально совершенно не изучены. Имеются лишь констатации фактов.

3.4.2. Закономерности адаптации биосистем

- Правило экологической индивидуальности Л. Г. Раменского
- Аксиома адаптированности, или экологическая аксиома Ч. Дарвина
- Экологическое правило С. С. Шварца
- Закон относительной независимости адаптации
- Правило поверхностей

Практически все закономерности, характерные для живого, имеют адаптивное значение. Биосистемы вынуждены приспособливаться к непрерывно изменяющимся условиям жизни. Эти изменения имеют разную шкалу времени — от эволюционной до секундной. В вечно меняющейся среде жизни каждый вид организмов по-своему адаптирован. Это выражается *правилом экологической индивидуальности*: каждый вид специфичен по экологическим возможностям адаптации, двух идентичных видов не существует. Правило было сформулировано Л. Г. Раменским в 1924 г. Оно — прямое следствие и вместе с тем причина генетического разнообразия. По сути дела, и каждая особь эколого-генетически специфична и индивидуальна. Разница лишь в количественных показателях.

Экологическая специфичность видов подчеркивается так называемой *аксиомой адаптированности*, носящей также название *экологической аксиомы, или аксиомы Ч. Дарвина*: каждый вид адаптирован к строго определенной, специфичной для него совокупности условий существования — экологической нише. Очевидно, что раз виды экологически индивидуальны, то они имеют и специфичные экологические ниши. Правило экологической индивидуальности обуславливает аксиому адаптированности. Эти два биологических постулата дополняют друг друга.

Видообразование всегда адаптивно, в том числе в отношении энергетики. Специализированные виды, как правило, приспособлены к среде лучше, чем специализированные внутривидовые формы. Это эмпирическое обобщение было сформулировано С. С. Шварцем в 1960 г. как *экологическое правило*: каждое изменение условий существования прямо или косвенно вызывает соответствующие перемены в способах реализации энергетического баланса организма; чем выше уровень систематической категории или больше их классификационное различие, тем значительнее отличие в энергетических процессах. Экологическое правило Шварца непосредственно вытекает из правила экологической индивидуальности и аксиомы адаптированности.

Естественно, что приспособленность к одному фактору среды, например, повышенной влажности, не дает организму такой же адаптированности к другим условиям среды (температуре и т. п.). Эта очевидная закономерность сформулирована как *закон относительной независимости адаптации*: высокая адаптированность к одному из экологических факторов не дает такой же степени приспособления к другим условиям жизни (наоборот, она может ограничивать эти возможности в силу физиолого-морфологических особенностей организмов).

Поскольку организмы, живущие в близких условиях существования, вынуждены сталкиваться со сходными ограничениями и, наоборот, возможностями, в ответ на них они вырабатывают близкие функциональные реакции. Например, виды водной среды вынуждены поддерживать определенное осмотическое давление; все организмы приспособляются к

определенному температурному режиму и так далее. Существует большое число правил адаптации к тем или другим условиям жизни. Отметим энергетическое *правило поверхностей*: отношение продуцируемого особью гомойотермного животного тепла к единице площади поверхности ее тела приблизительно одинаково. Оно колеблется около величины в $1000 \text{ ккал/м}^2/\text{сутки}$. Относительная теплоотдача у всех организмов растет с их измельчением, что следует из того, что масса тела пропорциональна кубу, а поверхность лишь квадрату его диаметра (объема). Правило поверхностей явно перекликается с правилом Бергмана (разд. 3.7) и служит основой для его проявления.

Эколого-организменные закономерности, будь то связанные с развитием биосистем или с их адаптацией к среде жизни, теснейшим образом неотрывно увязаны с группой выявленных правил взаимодействия в системах организм — среда. Разделение групп этих закономерностей чисто условно, впрочем, как и всех других совокупностей обобщений. Многие из них с одинаковым успехом и логичностью могут быть включены в любую из групп, вычленяемую нами. Все зависит от угла зрения и целей анализа.

3.5. ЗАКОНОМЕРНОСТИ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМ — СРЕДА

Взаимоотношения организмов с их «обезличенной» средой обитания подчиняются ряду закономерностей, которые могут быть условно классифицированы на две группы: общую и частную. Последняя группа в свою очередь распадается на серию закономерностей, связанных с внешним воздействием, и, наоборот, очерчивающих внутренние реакции организма на эти влияния. Поскольку организмы — лишь частный случай глобальной совокупности системного мира, для них справедливы и все постулаты, сформулированные в разделе «Система — среда» (3.2.5). Ниже подчеркнута лишь специфичность биологических образований.

3.5.1. Общие законы функционирования системы организм — среда

- Закон единства организм — среда
- Принцип экологического соответствия
- Правило соответствия условий среды генетической предопределенности организма
- Закон максимума биогенной энергии (энтропии) В. И. Вернадского — Э. С. Бауэра
- Закон давления среды жизни, или закон ограниченного роста Ч. Дарвина
- Закон совокупного действия факторов Э. Митчерлиха — Б. Бауле, или закон физиологических взаимодействий
- Закон ограничивающих (лимитирующих) факторов Ф. Блэкмана
- Закон толерантности В. Шелфорда
- Правило меньшей эволюционно-экологической толерантности женского организма, или правило Геодекияна
- Закон равнозначности всех условий жизни

Наиболее общее философское обобщение в этой группе закономерностей — утверждение о тесном взаимодействии, диалектическом единстве организмов и их среды обитания. Последняя определяет возможность существования жизни и ее отдельных проявлений, но активным началом взаимодействия служит живое как создающая сила. Это обоб-

шение, в наиболее ясной форме сформулированное В. И. Вернадским, получило название *закона единства организм — среда*: жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом и информацией на базе потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих ее организмов. Связано это с активностью всех биосистем. А поскольку отношения организма и его среды системны, действует *принцип экологического соответствия*: форма существования организма всегда соответствует условиям его жизни. Если рассматривать эту закономерность не отвлеченно-философски, а конкретно-биологически, то формулируется *правило соответствия условий среды жизни генетической предопределенности организма*: вид организмов может существовать до тех пор и постольку, поскольку окружающая его среда соответствует генетическим возможностям приспособления этого вида к ее колебаниям и изменениям.

Согласно правилу максимального давления жизни (разд. 3.4.1) и биогеохимическим принципам В. И. Вернадского (разд. 3.3), биологические компоненты системы организм — среда все время увеличивают давление на среду своего обитания, стремясь к экологической экспансии и в то же время приспособляясь к меняющимся условиям жизни. Эти условия изменяет и сама биосистема, образуя биосреду собственного существования. Это свойство биосистем сформулировано в виде *закона максимума биогенной энергии (энтропии) В. И. Вернадского — Э. С. Бауэра*: любая биологическая или биокосная (с участием живого) система, находясь в подвижном (динамическом) равновесии с окружающей ее средой и эволюционно развиваясь, увеличивает свое воздействие на среду. Давление растет до тех пор, пока не будет строго ограничено внешними факторами (надсистемами или другими конкурентными системами того же уровня иерархии), либо не наступит эволюционно-экологическая катастрофа. Она может состоять в том, что экосистема, следуя за изменением более высокой надсистемы как более лабильное образование, уже изменилась, а вид, подчиняясь генетическому консерватизму, остается неизменным. Это приводит к длинному ряду противоречий, ведущих к аномальному явлению: разрушению видом собственной среды обитания (не срабатывает обратная связь, регулирующая деятельность вида в составе экосистемы, а отчасти разлаживаются и популяционные механизмы). В этом случае биосистема разрушается: вид вымирает, биоценоз подвергается деструкции и качественно меняется.

Максимальному давлению жизни, максимизации биогенной энергии (энтропии) противостоит действие *закона давления среды жизни, или закона ограниченного роста Ч. Дарвина*, который гласит, что хотя не существует исключений из правила, что потомство одной пары особей, размножаясь в геометрической прогрессии, стремится заполнить весь земной шар, имеются ограничения, не допускающие этого явления. Эти ограничивающие силы определенным образом упорядочены, что позволило сформулировать довольно большое количество формализованных правил, принципов и законов.

Наиболее общее значение, очевидно, имеет *закон совокупного (совместного) действия факторов*: взаимосвязь экологических факторов и их взаимное усиление и ослабление определяют их воздействие на организм и успешность его жизни. При этом важны не только воздействия извне, но и физиологическое состояние организма. Иногда закон совокупного действия факторов называют *законом физиологических взаимодействий*. Обычно этот закон связывают с урожаем сельскохозяйственных культур, поскольку он был сформулирован в 1909 г. немецким агрохимиком и физиологом растений Э. А. Митчерлихом под названием «закона эффектив-

ности факторов» в приложении к сельскохозяйственным культурам. Б. Бауле назвал этот закон «законом совокупного действия», а А. Тинеман дополнил и развил. Закон носит имена этих исследователей.

Совокупность факторов воздействует сильнее всего на те фазы развития организмов, которые имеют наименьшую экологическую валентность — минимальную способность к приспособлению.

В совокупном давлении среды выделяются факторы, которые сильнее всего ограничивают успешность жизни организма. В наиболее общем виде эту закономерность формулирует закон *ограничивающих (лимитирующих) факторов*, установленный Ф. Блэкманом в 1909 г., и более известный, хотя и позднее опубликованный (1913 г.) закон *толерантности В. Шелфорда*, к тому же несколько более узко сформулированный. Формулировка закона ограничивающих (лимитирующих) факторов такова: факторы среды, имеющие в конкретных условиях пессимальное значение, особенно затрудняют (ограничивают) возможность существования вида в данных условиях, вопреки и несмотря на оптимальное сочетание других отдельных условий¹. Закон толерантности очень близок к названному: лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору.

Выносливость организмов зависит от их возраста и пола. Это значимо в текущей жизни и в процессе эволюции: женский организм более чуток к факторам среды в ходе эволюции вида, чем мужской (а мужской — к индивидуальным факторам воздействия). Эта закономерность известна как *правило Геодекяна, или правило меньшей эволюционно-экологической толерантности женского организма*.

Перечисленные закономерности расширили и уточнили законы минимума Ю. Либиха (разд. 3.5.2), которые были при всей своей справедливости несколько механистичны и отдавали приоритет лишь факторам, находившимся в минимуме (Ю. Либих рисовал бочку с дырами, показывая, что нижняя дыра в бочке определяет уровень жидкости в ней). При дефиците чего-то именно этот недостаток определяет успешность жизни. Однако в целом, поскольку любой фактор может оказаться в минимуме, лишь их оптимальная совокупность обеспечивает процветание. Этот факт сформулирован в виде *закона равнозначности всех условий жизни*: все условия среды, необходимые для жизни, играют равнозначную роль. В перечень этих условий для людей входят факторы как природной, так и социальной среды.

3.5.2. Частные закономерности в системе организм — среда

Только что упомянутые законы *минимума Ю. Либиха*, безусловно, лежат в основе всех выявленных частных закономерностей во взаимоотношениях типа организм — среда. В простейшем виде основной закон минимума Ю. Либиха касается успешности роста и величины урожая сельскохозяйственного растения, зависящих от вещества, находящегося в почве в минимуме по сравнению с другими агрохимически необходи-

¹ В «Экологическом энциклопедическом словаре» И. И. Дедю особо выделен закон критических величин фактора, практически совпадающий с двумя упомянутыми в этом абзаце.

- Закон(ы) минимума Ю. Либиха
- Правило взаимодействия факторов
- Закон относительности действия лимитирующих факторов, или закон Лундегарда — Полетаева
- Закон неоднозначного (селективного) действия фактора на различные функции организма
- Закон (эффект) компенсации (взаимозаменяемости) факторов Э. Рюбеля
- Эффект Лундегарда — Стиберга — Якобсона
- Правило замещения экологических условий В. В. Алехина
- Закон незаменимости фундаментальных факторов В. Р. Вильямса
- Закон (правило) фазовых реакций («польза — вред»)
- Закон «все или ничего» Г. П. Боулича
- Закон субъективной количественной оценки раздражителя Э. Вебера — Г. Фехнера

мыми веществами. Этот закон был сформулирован в 1840 г. задолго до возникновения экологии как таковой. Позже закон минимума был истолкован как действие любого экологического фактора, находящегося в минимуме по сравнению с другими экологическими воздействиями. Иногда закон минимума расширяют до правила, указывающего на роль экологических факторов в распространении и количественном развитии организмов. Это внешние условия. Но возможна трактовка закона минимума и «со стороны» организма: его выносливость определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей — жизненные возможности лимитируются экологическими факторами, количество и качество которых близко к необходимому организму минимуму. Дальнейшее снижение или ухудшение этих факторов ведет организм к гибели. Это «краевая» трактовка закона минимума, довольно далеко уклоняющаяся от первоначального его смысла, но имеющая более широкое экологическое значение.

Дополнительное *правило взаимодействия факторов* в законе минимума: организм в определенной мере способен заменить дефицитное вещество или другой действующий фактор жизни функционально близким веществом или фактором (например, одно вещество другим, химически близким) — вызвало поток аналогичных постулатов. Среди них *закон относительности действия лимитирующих факторов, или закон Лундегарда — Полетаева*: форма кривой роста численности популяции (ее биомассы) зависит не только от одного вещества с минимальной концентрацией, а от концентрации и свойств других ионов, имеющихся в среде. Они как лимитирующие факторы составляют «системы Либиха» или «L-систему» (такое обозначение введено, по Дедю, вторым автором закона в 1973 г., а закон сформулирован Лундегардом в 1957 г.). Важной поправкой и дополнением служит *закон неоднозначного (селективного) действия фактора на различные функции организма*: любой экологический фактор неодинаково влияет на функции организма, оптимум для одних процессов, например, дыхания, не есть оптимум для других, например, пищеварения, и наоборот.

Дополнительное *правило замещения дефицитных веществ* закона минимума Ю. Либиха было углублено Э. Рюбелем в 1930 г. в виде *закона (эффекта) компенсации (взаимозаменяемости) факторов*: отсутствие или недостаток некоторых экологических факторов может быть компенсирован другим близким (аналогичным) фактором. Например, недостаток света может быть компенсирован для растения обилием углекислого газа. Частным случаем закона относительности действия лимитирующих факторов

Лундегарда — Полетаева и закона компенсации факторов Рюбеля служит *эффект Лундегарда — Стиберга — Якобсона*: увеличение биомассы растения при постоянном или даже пониженном содержании какого-либо питательного элемента.

В. В. Алехин сформулировал близкое к изложенным *правило замещения экологических условий*: любое условие внешней среды в некоторой степени может замещаться другим; внутренние причины экологических явлений при аналогичном внешнем проявлении могут быть различными.

Например, макроклиматические воздействия могут быть компенсированы биоклиматическими — вечнозеленые виды растут под защитой верхних ярусов растительности, многие виды животных находят микроусловия для существования. Это не агрохимическая и гидробиологическая, а широкоэкологическая и даже биогеографическая трактовка дополнительного правила закона минимума Ю. Либиха.

Стремлению сузить сферу действия закона минимума противостоит *закон незаменимости фундаментальных факторов*, связываемый с именем В. Р. Вильямса. В 1949 г. он жестко сформулировал ограничение: полное отсутствие в среде фундаментальных экологических (физиологических) факторов (света, воды, биогенов и т. п.) не может быть заменено другими факторами. Совершенно очевидно, что любой из экологических компонентов до конца не может быть заменен — при отсутствии энергии нет жизни, то же при полном безводье и так далее. Для элементарных потребностей это очевидно, но в более сложных ситуациях, особенно когда речь идет о фундаментальных, но не столь известных и осознанных факторах, например, в системе потребностей человека (см. главу 7), такая очевидность исчезает. Это ведет к ошибкам, иногда роковым.

Пока речь шла об общем длительном воздействии на организмы. К этой группе примыкает несколько отличное от других *правило или закон фазовых реакций («польза — вред»)*: малые концентрации токсиканта действуют на организм в направлении усиления его функций (их стимулирования), тогда как более высокие концентрации угнетают или даже приводят его к смерти. Эта токсикологическая закономерность справедлива для многих, но не для всех ядовитых веществ и особенно спорна для малых доз радиации. Благоприятное воздействие малых доз вредных экологических факторов называют *гормесисом*. Радиационное воздействие пороговых, малых и даже запороговых доз пока однозначно не известно.

Есть сведения, что пагубно воздействуют на человека даже запороговые дозы радиации, характерные для естественного фона. Однако есть и противоположное мнение. Общее число исследований и публикаций на эту тему достигло многих тысяч, но вопрос остается открытым. Ясно лишь, что нет линейной закономерности в ряду доза—эффект, а величина генетического риска на единицу радиоактивной дозы в первых двух поколениях составляет примерно 1/3 от величины канцерогенного риска для облученных индивидуумов¹. Статистика исследований такова: в 135 публикациях утверждается, что плодовитость млекопитающих (особенно мышей и крыс) повышалась на 15—100% при облучении 0,1—1,5 Гр, а длительность их жизни увеличивалась при 0,2—200 мГр/сут; вредное же действие наблю-

¹ Barnaby F. The controversy over low-level radiation//AMBIO. 1980. 9. № 2. P. 74—80.

далось лишь при 1—2 Гр¹. В то же время существует немало публикаций, в которых утверждается, что добавление к естественной радиации всего лишь нескольких процентов от ее величины может привести к потоку мутаций. Так, в результате Чернобыльской катастрофы якобы могут заболеть раком до 1 млн. человек вне зараженной зоны, а общий летальный эффект аварии в цепи поколений может достигнуть 20 млн. человек. Повышенная сексуальность мужчин при слабом облучении известна, как и известна их половая слабость, наступающая впоследствии. Увеличение плодовитости может быть и сигналом биологического неблагополучия. Теоретически вывод биологических систем из состояния равновесия с помощью слабых доз токсикантов не может идти на пользу. Закон фазовых реакций следует учитывать и применять для лечения, когда иного более оптимального выхода нет, но в ряду поколений малые дозы токсикантов нельзя считать благом.

Особенно это важно учитывать в свете закона «все или ничего»: подпороговые раздражения не вызывают нервного импульса («ничего»), а пороговые стимулы или суммирование подпороговых воздействий создает условия для формирования максимального ответа («все»), или в общесистемном смысле — слабые воздействия могут не вызвать у природной системы ответных реакций до тех пор, пока, накопившись, они не приведут к развитию бурного динамического процесса. При этом между воздействиями нет линейной пропорциональности, и могут интегрироваться различные факторы (температура и влажность, радиация и нервный стресс и т. п.). Закон «все или ничего» был сформулирован американским физиологом Г. (Х.) П. Боуличем в 1871 г., однако до сих пор очень слабо изучен в его действии вне нервной системы. Между тем на нем базируется концепция пороговых значений системных воздействий. Наличие порогов несомненно, но и континуум нарастания воздействия очевиден. Это общее свойство систем — их прерывистость и непрерывность. Споры сторонников концепции пороговости и беспороговости бессмысленны. Все зависит от начальных условий и индивидуальных реакций. Успокоительная статистика для пораженного болезнью мало утешительна, общественно более приемлема концепция разумного риска (разд. 3.15).

Хотя слабые раздражения по принципу «ничего» не воспринимаются, чем сильнее раздражитель, тем труднее субъективно оценить его количественно; это положение называют *законом субъективной количественной оценки раздражителя Э. Вебера — Г. Фехнера*. Чем контрастней фон, тем легче улавливаются и оцениваются раздражения при их слабости, но сильные источники раздражения уже могут не давать эффекта разницы в восприятии. Закон определяет достаточность развития какого-то признака (яркости окраски самцов в половом отборе и т. п.). Видимо, в теории информации при приложении ее к биосистемам и экологии имеются значительные пробелы в знании действия этого закона. Тут есть большое поле для будущих исследований. Пока эмпирических данных под углом зрения обсуждаемого обобщения практически нет. Во всяком случае, они мне не известны.

Теоретико-экологическое значение группы лимитирующих закономерностей очень высоко в связи с тем, что именно отсутствие превентивных лимитов в использовании природных ресурсов и изменении естественных условий жизни поставило человечество перед угрозой экологического

¹ Wachsmann F. Sind kleine Strahendosen wirklich so gefährlich? Ein Bericht über Beobachtungen, die in der Fachwelt diskutiert werden//Atomwirt.-Atomtechn. 1986. 31. № 10. P. 499—502.

краха, втянув в затяжной экологический кризис. В этом разделе были обсуждены природные закономерности, выявленные уже достаточно давно. Подобные обобщения в приложении к человеческому обществу, особенно не на индивидуальном, а системно-коллективном уровне, начали делать сравнительно недавно. Мы к ним вернемся в последних разделах этой главы.

3.6. ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ЗАКОНЫ

- Правило объединения в популяции С. С. Четверикова
- Принцип минимального размера популяций
- Закон (правило) популяционного максимума Ю. Одум
- Теория лимитов популяционной численности, или теория Х. Андресварты — Л. Бирча
- Теория (принцип) биогеоценотической (экосистемной) регуляции численности популяции К. Фридерихса
- Правило пищевой корреляции В. Уини-Эдвардса
- Теория (принцип) Д. Лэка
- Правило стрессогенного увеличения надпочечников Я. Кристиана
- Теория общего адаптационного синдрома Г. Селье
- Теория Дж. Кристиана — Д. Дейвиса
- Правило сохранения видовой среды обитания
- Правило колебаний (цикличности) численности
- Правило максимума размеров колебаний плотности популяционного населения, или закон количественной константности популяционного населения
- Правило максимальной рождаемости (воспроизводства)
- Правило стабильности половозрастной структуры популяции
- Принцип территориальности
- Принцип скопления (агрегации) особей В. Олли
- Правило топографического, или популяционного, кружева ареала
- Принцип стабилизации экологической ниши, или принцип биоценотической коэволюции
- Принцип, или теорема В. Людвиг
- Теория (принцип) А. Николсона

Число сформулированных биоэкологами популяционных закономерностей очень высоко — до 20, а быть может, значительно больше¹. Это понятно — все живые существа так или иначе входят в популяционные объединения. Если эти объединения рассматривать не только как функциональные, но и пространственные образования, т. е. биогеографически, то, пожалуй, число закономерностей возрастет еще больше. Поэтому есть смысл разделить собственно популяционные и биогеографические обобщения.

Кроме того, часть закономерностей, обычно относимых к популяционным, рассмотрены в разделе о функционировании сообществ (3.8) или освещены ранее (разд. 3.4) при разборе эколого-организменных взаимосвязей (например, принцип внезапного усиления патогенности) и взаимодействий в системах организм — среда (разд. 3.5). Вообще разделение подобных групп закономерностей весьма условно: популяция состоит из особей и не существует изолированно от среды; то же утверждение относится к любым другим образованиям с участием живого.

Вероятно, наиболее общим правилом является то, что индивиды любого вида живого всегда представлены не изолированными отдельно-

¹ Многие из них так или иначе затронуты в книге: А. М. Гиляров. Популяционная экология. М.: Изд-во МГУ, 1990. 191 с.

стями, а их определенным образом организованными совокупностями. Это правило получило имя С. С. Четверикова, сформулировавшего его в 1903 г. Его можно назвать *правилом объединения в популяции*. В связи с тем, что любая популяция обладает строго определенной генетической, фенотипической, половозрастной и другой структурой, она не может состоять из меньшего числа индивидов, чем необходимо для обеспечения стабильной реализации этой структуры и устойчивости популяции к факторам внешней среды. Именно в этом состоит *принцип минимального размера популяций*. Такой размер не есть константа для любых видов, он строго специфичен для каждой популяции. Выход за пределы минимума чреват для популяции гибелью: она уже не будет в состоянии самовозобновиться. Однако ее возможно восстановить искусственно, поскольку каждый индивид содержит в себе хотя и обедненное, но все же весьма значительное число генетических задатков вида, к которому он принадлежит.

Естественно предположить, что если есть минимум, то возможен и максимум. Это предположение помимо логической посылки основывается на соотношении законов максимума биогенной энергии и давления среды, упомянутых в разд. 3.5.1. Ю. Одум формулирует закон как правило популяционного максимума в следующих словах¹: «Они (популяции — *N. P.*) эволюционируют так, что регуляция их плотности (населения — *N. P.*) осуществляется на значительно более низкой по сравнению с верхней асимптотой² емкости местообитания, достигаемой лишь в том случае, если полностью используются ресурсы энергии и пространства». Этому утверждению предпосылается фраза: «В 60-е годы получены данные, показывающие, что дело вовсе не в тенденции популяций избегать губительных отклонений в обе стороны от уровней насыщения». Высказывание несколько странное, поскольку речь идет именно о саморегуляции численности популяции, вернее, плотности ее населения. Общая же абсолютная численность особей популяции ограничена произведением максимума плотности населения на жизнепригодную для популяции площадь обитания с учетом разницы в местообитаниях. Ю. Одум на той же странице приводит данные В. Уини — Эдвардса (1962 и 1965 гг.) о двух механизмах, управляющих системой превентивного самоограничения плотности населения: 1) территориальном поведении особей и их малых групп как форме внутривидовой конкуренции и 2) групповом поведении как сбалансированности противоположных форм активности (конкуренция и кооперация, агрессивность и подчинение при этологической иерархии и т. п.). О межвидовых отношениях в процессе генетической обратной связи в популяциях лишь упоминается со ссылкой на работы Д. Пиментела.

Правило популяционного максимума конкретизируют два обобщения. Первое из них известно как *теория лимитов популяционной численности, или теория Х. Г. Андресарты — Л. К. Бирча (1954)*: численность естественных популяций ограничена истощением пищевых ресурсов и условий размножения, недоступностью этих ресурсов и слишком коротким периодом ускорения роста популяции. Второе обобщение дополняет первое. Оно носит название *теории биоценотической регуляции численности популяции К. Фридерихса (1927)*: регуляция численности популяции есть результат комплекса воздействий абиотической и биотической среды в местообитании вида. Совершенно очевидно — теория К. Фридерихса объясняет,

¹ Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. С. 255.

² Асимптота — прямая линия, к которой неограниченно близко стремятся точки некоторой кривой по мере того, как эти точки удаляются в бесконечность; асимптотический — неограниченно приближающийся.

что лимитирует и формирует потенцию роста численности популяции, заложенную генетически. Однако, как известно, бывают взрывы роста численности популяций — сбои в регуляторных системах самоограничения и внешних ограничений популяционного роста.

Несколько уже, чем у Ю. Одума и в упомянутых теориях, подход к взаимосвязи популяции и среды ее обитания у В. Уини-Эдвардса (в ряде случаев пишут Вини-Эдвардс), который сформулировал *правило пищевой корреляции*: в ходе эволюции сохраняются только те популяции, скорость размножения которых скоррелирована с количеством пищевых ресурсов среды их обитания. Важно подчеркнуть, что скорость размножения в норме всегда ниже максимально возможной, и постоянно остается запас пищевых ресурсов. Очевидно, что размер видовой численности в ходе эволюции должен быть ограничен не текущими пищевыми возможностями, а их минимумом, возникающим или могущим возникнуть в течение достаточно большого ряда лет. В противном случае популяция столкнется с резким недостатком пищи и в значительной своей части вымрет как под воздействием прямого недостатка кормовых объектов, так и в результате межвидовой конкуренции, осложняемой биотическими регулирующими механизмами в целом (к этому вопросу мы еще вернемся в конце параграфа при обсуждении принципа стабилизации экологических ниш). Для того чтобы избежать подобной коллизии, и была эволюционно выработана преадаптация более низкой плотности населения популяции, чем допускают наличные кормовые возможности.

Конечно, при обсуждении проблем саморегуляции ограничивать действие регулирующих факторов среды одними лишь условиями питания нельзя. Следует говорить о емкости среды в целом, как это сделал Ю. Одум. Однако кормовые возможности играют одну из ведущих ролей и прежде всего бросаются в глаза. Их легче рассчитать математически.

Несколько шире ставит вопрос Д. Лэк, сформулировавший в 1954 г. принцип, или теорию, носящую его имя, *теория, или принцип Лэка*: среднее количество яиц, откладываемых птицами, эволюционно ограничено возможностями выращивания выведшихся из них птенцов. Очевидно, этот лимит связан с комплексом условий: интенсивностью обмена веществ, длиной дня, наличием пищи, ее близостью и т. д. В основе, безусловно, лежит энергетика системы — она отработана эволюцией вида в конкретных условиях его обитания¹. Энергетическая расточительность в природе слишком большая роскошь, хотя бывают и исключения.

Хорошо известно, что в ряде случаев происходят массовые размножения организмов, не предотвращаемые ни внутривидовыми, ни межвидовыми механизмами. При этом не срабатывает система эволюционной взаимосвязи: плотность населения животных как фактор отбора для растений — изменение генетической конституции растений, а также обратная связь: генетическая конституция растений — плотность населения животных. К тому же популяционные механизмы саморегуляции в мире животных никак нельзя переносить на популяции растений. У последних нет ни территориального, ни группового поведения, аналогичного тому, что существует у животных. При переходе к человеческому обществу приходится констатировать, что биологическая превентивная саморегуляция численности у него, как правило, отсутствует, а социально тысячелетиями доминировало стремление «плодитесь и размножайтесь»². Иначе бы в

¹ В более обобщенном виде вопрос о репродуктивных ограничениях сформулирован в виде правила максимальной рождаемости (воспроизводства) — см. ниже этот же раздел.

² Некоторые культуры исторически выработали механизмы самоограничения, например, тибетцы. Был широко распространен инфантицид, особенно девочек. У северных народов

истории людей не возникли локальные, региональные и глобальные экологические кризисы. Очевидно, мы имеем дело с некой эволюционной нормой саморегуляции и закономерными отклонениями от нее.

В растительном мире, как правило, наблюдается максимальное заполнение пространства и использование солнечной энергии при сохранении запасов минерального питания. Лимитирующими факторами служат физическая заполненность территории, поток лучевой энергии, предшествующие события, материализованные в процессах почвообразования, собственное воздействие растений на среду (например, аллелопатия) и сложные взаимосвязи с представителями других царств природы — микроорганизмами, грибами и животными. Превентивных механизмов саморегуляции плотности населения не наблюдается. Однако существует мощный рычаг ее восстановления в случае изреживания — почвенный запас семян, спящие почки и т. п. И параллельно этому имеется генетический механизм ограничения размеров индивидов. В противном случае одно растение было бы способно занять всю площадь и не оставалось бы места для процессов дублирования как инструмента обеспечения надежности системы. Емкость местообитания используется растениями максимально полно в рамках совокупности экологических ограничений. Основной их биотический механизм перенесен в область взаимодействия собственных размеров, межвидовых отношений и индивидуального воздействия на среду жизни. Свободный запас вещества и энергии минимален. В основном действуют факторы, непосредственно зависящие от плотности населения популяции.

Однако по отношению к минеральному питанию, т. е. к «пище» растений, как было упомянуто выше, они ведут себя подобно животным, имея механизм эволюционной преадаптации, препятствующий истощению почв. Этот механизм ориентирован на скорость почвообразовательных и шире — биогеоцентрических процессов. В одних случаях запас велик (например, черноземы), в других он очень мал (тропические леса). Чем интенсивнее круговорот веществ в экосистеме, тем ниже положительный баланс соотношения ресурсов минерального питания растений и скорости роста их популяций. Растения «берут в основном числом, а не умением».

В царствах дробянок, грибов и животных, как правило, существует иная закономерность: потенциальный запас жизненных ресурсов огромен — обычно используется не более 30—60% наземной луговой растительности (крупные млекопитающие) и 10% лесной растительности¹. Более интенсивно и полно утилизируется растительной пищей животными чистая продукция водных растений. Как хорошо известно, пирамида биомасс в водной среде как бы перевернута — продуценты размножаются столь интенсивно, что консументы могут превышать их по биомассе. Однако это касается лишь мелких обитателей водной среды. Для рыб, птиц и млекопитающих общая их биомасса всегда намного ниже, чем потребляемых ими растительных кормов.

эволюционно сниженная плодовитость, но основная масса народов мира не имеет механизмов демографического самоограничения, и регуляция шла главным образом за счет повышенной смертности. При сверхплотном населении городов у женщин не происходит спонтанного рассасывания эмбрионов и других процессов, характерных для животных. Впрочем, и эти процессы не предохраняют многие виды (например, лосей) от сверхразмножения с полным уничтожением кормовой базы. Демографическое регулирование у людей может основываться лишь на специальных мероприятиях. К этому вопросу мы вернемся в последних главах книги.

¹ По массе надземной части, по энергетике обычно не более 1%. С точки зрения энергетических «запасов» растительность не выходит за рамки этого же правила — используется не более 10% поступающей солнечной энергии, чаще всего лишь 0,2 ее процента. Здесь говорится только о веществе.

Случаи массового размножения организмов следует отнести к двум группам. Одна из них связана с антропогенными трансформациями среды жизни. Например, в сибирской тайге очаги массового размножения вредителей никогда не возникают в коренных лесах. Другая группа, видимо, связана с особым типом отношений между популяционной динамикой и экосистемными механизмами. Эволюционный отбор идет не на уровне внутрисистемных отношений в рамках собственной экосистемы, а на межэкосистемном уровне. Таковы вылеты саранчи, некоторых бабочек, отчасти миграции леммингов, белок, из птиц — кедровок.

В первом случае массовое размножение стимулируется аномальными для популяции условиями жизни: повышением потока энергии сверх обычного уровня, необычными условиями питания, снижением пресса конкурентов, хищников и паразитов, особо благоприятными условиями гидрологического режима и т. п. Переразмножение в изначальном очаге перебрасывается на широкие площади и затем резко обрывается с гибелью значительной части популяции от недостатка кормов или с развитием болезней и пресса других врагов.

Во втором случае арена действия принципиально схожа, но значительно пространственно шире. Аналогия в том, что вспышка массового размножения возникает в одних экосистемах и перекидывается на другие. Но имеется существенная разница. Вместо узких очагов переразмножения — обширное его поле. Вместо локального воздействия — широко межрегиональное, значительные выселения особей (пешая саранча, летные ее кулиги, переселения, часто безвозвратные, млекопитающих и птиц). Как и в первом случае, затухание происходит как в изначальном ареале массового размножения, так и вне его, но в первом случае в сходных с очагом размножения экосистемах, а во втором часто — в резко отличных. И в этом втором случае действуют более высокие по иерархии экосистемы, «тушащие популяционный пожар».

Здесь уместно упомянуть одно частное правило, а именно *правило стрессогенного увеличения надпочечников* у высших позвоночных животных Я. Кристиана. Оно было «канонизировано» в 1963 г. уже после широкого практического использования этой закономерности¹. Заключается оно в том, что в условиях перенаселенности у высших позвоночных животных увеличиваются надпочечники. Это результат сдвига нейроэндокринного гомеостаза, ведущего к изменению поведения животных (в частности, к повышению их агрессивности), репродуктивного потенциала (происходит резорбция эмбрионов), снижению устойчивости к заболеваниям и другим последствиям. Комплекс этих изменений обычно ведет к резкому падению жизнеспособности особей, их массовой гибели, снижению плотности населения популяции или даже ее элиминации от «стрессового шока». Как ясно из сказанного, основой обсуждаемого правила служит *теория общего адаптационного синдрома Г. Селье*.

Частное наблюдение стрессогенного увеличения надпочечников вкуче с теорией общего адаптационного синдрома Г. Селье вылилось в *теорию Дж. Кристиана — Д. Дейвиса*, которые в работах 1950—1968 гг. объяснили регуляцию численности популяций млекопитающих их социальным поведением, отражающимся на эндокринных реакциях (что и ведет к увеличению надпочечников). У нас в стране эту точку зрения активно пропагандировал С. С. Шварц, создавший большую школу исследователей

¹ Тут следует сослаться на огромное число работ, опубликованных исследователями из морфофизиологической школы С. С. Шварца. Перечислить эти работы нет никакой физической возможности.

этого направления. Их привлекала прежде всего простота получения эмпирического материала.

В цикле работ 50-х — начала 60-х гг.¹, видимо, одновременно с В. Уини-Эдвардсом, мне² пришлось показать, что позвоночные, да и беспозвоночные животные в норме не могут абсолютно разрушительно воздействовать на среду своего обитания (*правило сохранения видовой среды обитания*), поскольку такое разрушение лишает их собственной основы жизни. Грубо говоря, съесть сразу все означает затем остаться без пищи и погибнуть от голода. Естественно, эволюционно должны были возникнуть ограничивающие механизмы популяционного и внепопуляционного характера (последние объединяются правилом относительной внутренней непротиворечивости, см. разд. 3.8.3). С одной стороны они обеспечивают возможность поиска (или «поиска» для неживотных) корма, с другой — ограничивают такой поиск или снижают саму плотность населения через популяционные механизмы — физико-химические и поведенческие. Для нас сейчас не столько важны эти механизмы, как сама констатация того, что в нормальных условиях действует закон (правило) популяционного максимума и правило пищевой корреляции, имеющее множество модификаций в зависимости от среды жизни (водной, наземной и т. д.) и от царства природы, даже систематического типа и класса животных (членистоногие, млекопитающие и т. д.).

Группа закономерностей саморегуляции в системах живого имеет важное практическое и теоретическое значение. Виды (популяции) поддерживают собственную среду жизни, то же происходит в рамках биоценозов и других биотических образований, в том числе на уровне всего живого вещества планеты — см. правило автоматического поддержания глобальной среды обитания (разд. 3.10). Если механизмы самоподдержания на популяционном уровне относительно независимы от деятельности человека, то деформируя биоценозы, человек сильно видоизменяет гомеостаз на уровне ценозов. Разрушение этого механизма в биосфере означало бы глубокую трансформацию жизни или даже ее гибель.

Эволюция человека пошла по пути межэкосистемного отбора вплоть до освоения всей биосферы. Поэтому исторический процесс с точки зрения биологии — сплошная цепь массовых размножений людских популяций. Превентивных механизмов сохранения среды человечество не выработало, что с превращением его в глобальную силу грозит ему самоуничтожением. К этому вопросу мы вернемся в разделах 3.12—3.15. А сейчас продолжим обзор популяционных закономерностей в мире природы.

Огромная экологическая литература подтверждает *правило колебаний (цикличности) численности*: никакая популяция не находится в состоянии абсолютной уравновешенности числа особей, обязательно помимо сезонных изменений численности особей возникают периодические флуктуации, обусловленные внешними по отношению к популяции факторами, и осцилляции, связанные с собственными (внутренними) динамическими изменениями популяции. Эти вопросы столь подробно разработаны в широко доступной экологической литературе, что едва ли целесообразно их освещать здесь. Ограничимся констатацией упомянутого правила.

Совершенно очевидно, что раз имеются ограничения согласно действию

¹ Значительная часть из них упомянута в кн.: Реймерс Н. Ф. Птицы и млекопитающие южной тайги Средней Сибири. М.-Л.: Наука, 1966. 420 с.

² К сожалению, на мои работы никто не обратил внимания — ни за рубежом, ни внутри страны. У нас просто не было социально-научной основы для «ассимиляции» экологических знаний, а за рубежом русскоязычные работы мало доступны. Кроме того, в советских журналах статьи ждали публикации по 3—4 года.

принципа минимального размера популяций и закона популяционного максимума, должно существовать обобщающее *правило максимума размера колебаний плотности популяционного населения*. Ю. Одум на с. 210 книги «Основы экологии» так формулирует это правило: «Существуют определенные верхние и нижние пределы для (средних — *H. P.*) размеров (речь идет о плотности населения — *H. P.*) популяции, которые соблюдаются в природе или которые теоретически могли бы существовать в течение сколь угодно длительного отрезка времени». При этом следует добавить: в условиях стабильности среды обитания. Ю. Одум совершенно справедливо замечает, что может быть 100 птиц на 1 га и 20 000 почвенных членистоногих на 1 м², но никогда не бывает 20 000 птиц на 1 м² и всего 100 членистоногих на 1 га. Правило максимума размера колебаний плотности популяционного населения может быть названо также *законом количественной константности популяционного населения*. Обсуждаемая закономерность указывает на среднесистемное число особей вида (его популяции) на единицу площади.

Ясно, что отклонение от этого закона или правила (напомню, что слова «закон», «правило» и «принцип» употребляются как синонимы, исходя из удобства, а не каких-то других подходов) подчеркивает неблагоприятные ситуации в регионе, служит биоиндикатором разлада в его экосистемах и шире — природных системах. В силу биотических и абиотических взаимосвязей отсутствие или даже лишь подавление численности какого-то вида неминуемо повлечет за собой цепь последствий, результат которых следует предвидеть. Если он отрицателен для людей, необходимо принять меры для нормализации обстановки.

Для того чтобы закончить разбор закономерностей, регулирующих общую численность и плотность населения популяций, необходимо упомянуть *правило максимальной рождаемости (воспроизводства)*: в популяции имеется тенденция к образованию теоретически максимально возможного количества новых особей. Оно достигается в идеальных условиях, когда отсутствуют лимитирующие экологические факторы, и размножение ограничено лишь физиологическими особенностями вида. Обычно же существует экологическая, или реализуемая рождаемость, возникающая в обычных или специфических условиях среды. Максимальная рождаемость есть константа, определяемая расчетным путем, например, умножением среднего числа гнезд, которые способна построить самка птицы за год на такое же число яиц, которые она может отложить в наиболее благоприятную часть сезона года. Максимальная рождаемость — тот предел, который характерен для скоростей увеличения числа особей в популяции. Очевидно, что правило максимальной рождаемости (воспроизводства) есть частный случай закона максимума биогенной энергии (энтропии) В. И. Вернадского — Э. С. Бауэра (разд. 3.5.1).

Стоит обратить внимание, что правило максимальной рождаемости (воспроизводства) действует в рамках закона (правила) популяционного максимума и принципа стабилизации экологической ниши (см. конец этого раздела).

Очевидным следствием правила максимальной рождаемости (воспроизводства) популяции служит *правило стабильности ее возрастной структуры*: любая естественная популяция стремится к стабильной возрастной структуре, четкому количественному распределению особей по возрастам. Это правило сформулировано в 1925 г. А. Лоткой. Совершенно очевидно, что правило А. Лотки приложимо лишь к высшим организмам с возрастной структурой популяций и не имеет свойств универсальности для всех систематических групп, хотя в более широком биосистемном смысле оно

универсально. Для многих организмов правило стабильности возрастной структуры популяции следует дополнить *правилом стабильности соотношения полов* (если дифференциация по полу вообще существует, что бывает отнюдь не всегда). В совокупности эти два правила составляют общее *правило стабильности половозрастной структуры популяции*.

Перейдем к анализу закономерностей территориальной «микроструктуры» популяций, оставляя макроструктурные, биогеографические обобщения для следующего раздела 3.7. Естественно начать этот обзор с *принципа территориальности*: все особи и функциональные их объединения в популяции обладают индивидуальным и групповым пространством, возникающим в результате действия механизмов активного разобщения — поведенческого у высших организмов или физико-химического (аллелопатия и др.) у низших. Отличают индивидуальные и групповые (гнездовые, семейные) участки обитания. Примеры проявления территориальности можно найти в любом учебнике экологии.

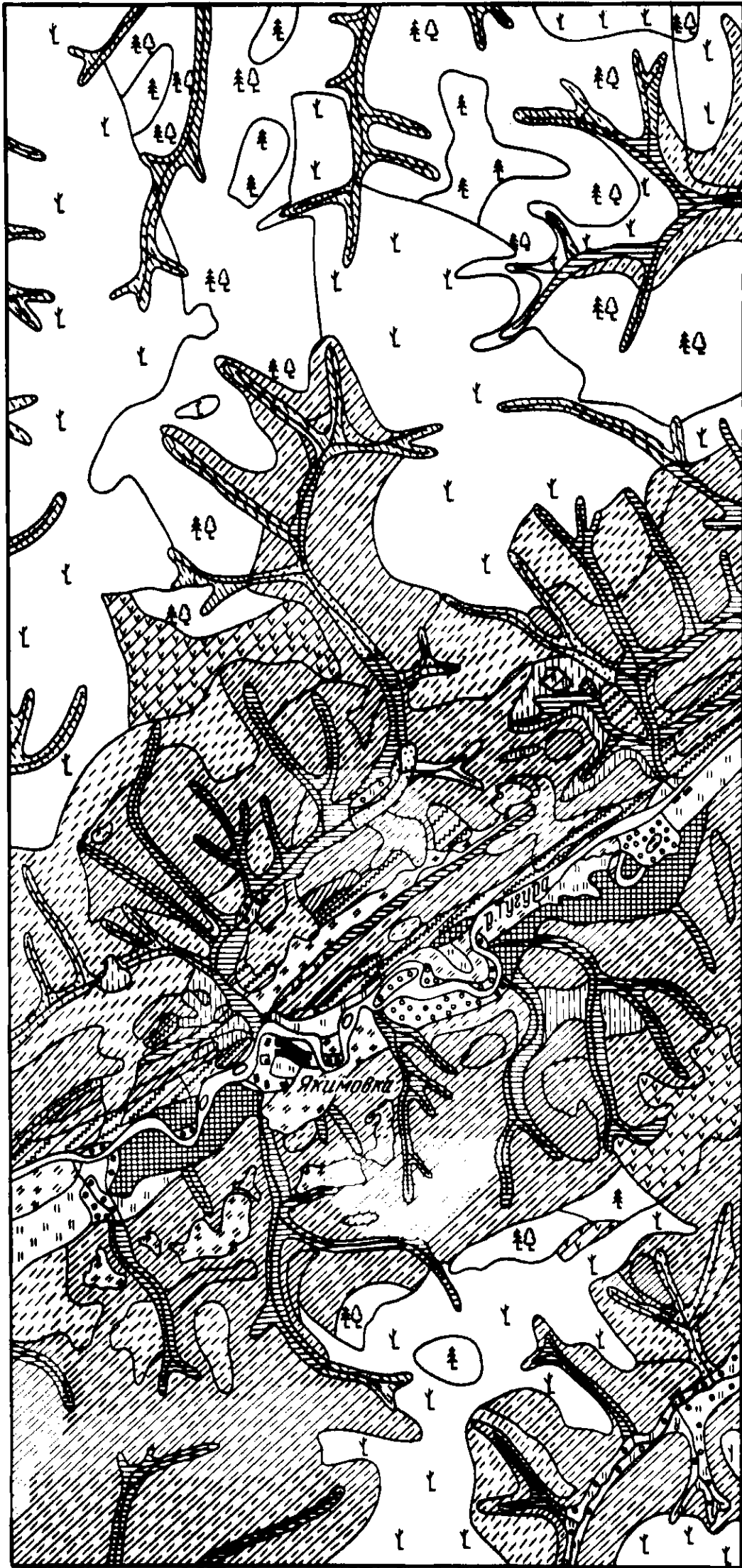
Столь же хорошо известен *принцип скопления (агрегации) особей В. Олли*, сформулированный в 1931 г.: скопление (агрегация) особей усиливает конкуренцию между индивидами, но способствует выживанию группы в целом; следовательно, как перенаселенность, так недонаселенность, препятствующая агрегации, могут служить лимитирующими факторами. Принцип агрегации особей диктует необходимость образования стай, стад, колоний, оптимальной густоты и распределения растений в посевах и имеет другие практические следствия¹. Азбучной истиной в экологии служит деление типов распределения особей на скученное (небольшими группами), случайное и равномерное.






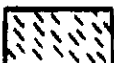
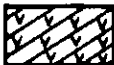




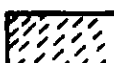





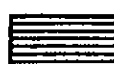



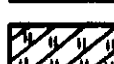

В 1950-х гг. я, видимо, впервые широко применил понятие кружева ареала и использовал его в практической работе при изучении мелких млекопитающих верхней Лены² (рис. 3.3). Книга, изданная в Иркутске тиражом в 500 экземпляров, осталась мало известной. Само понятие кружева ареала как неравномерности топографического распределения и плотности населения особей популяции с пространствами, где особи вида встречаются постоянно, редко, изредка и нерегулярно и вовсе не живут, кажется, вошло в научный обиход (рис. 3.4). Еще в большей мере принято рассматривать географическую неравномерность распределения особей в пространстве ареала, но это уже скорее биогеографическая, а не экосистемно-популяционная закономерность.

Правило топографического, или популяционного, кружева ареала заключается в том, что популяция заселяет пространство неравномерно, оставляя «пустые» места, которые непригодны для ее жизни, и распадаясь на экологически разнородные микропопуляции, каждая из которых приурочена к определенному местообитанию. Связано это со многими факторами среды, как абиотическими, так и биотическими (в том числе антропогенными). Например, в долинах рек юга Средней Сибири, где имеются сельхозугодья, лесные полянки регулярно собираются на зимовку в стогах сена и скирдах соломы, что они не могут делать на таежных водоразделах, где таких стогов нет и никогда не было.

¹ Для социальной агрегации, образования человеческих общностей, а затем и поселений, достигающих в наши дни размера мегаполисов, существуют аналоговые закономерности, рассматриваемые в теории населенных мест, относящейся к экономической и социальной географии. Но первичный толчок и для человека был по происхождению биоэкологическим. Изначальная агрегация людей в группы с социализацией приобрела другие масштабы и стала развиваться по особым путям.

² Реймерс Н. Ф., Воронов Г. А. Насекомоядные и грызуны верхней Лены. Иркутск: 1963. 191 с.



- 1  1
- 2  2
- 3  3
- 4  4
- 5  5
- 6  6
- 7  7
- 8  8
- 9  9
- 10  10
- 11  11
- 12  12
- 13, 13a  13, 13a
- 14  14
- 15  15
- 16  16
- 17  17
- 18  18
- 19  19
- 20  20
- 21  21
- 22  22
- 23  23

Выше было упомянуто, что закон (правило) популяционного максимума и правило пищевой корреляции имеют более общий и глубокий экологический смысл. При этом была сделана ссылка на *принцип стабилизации экологических ниш, или принцип биоценотической коэволюции*: эволюция популяций внутри сообщества и эволюция этого сообщества скоррелированы таким образом, что каждый вид устойчиво сохраняет в этой природной системе свое функциональное место (экологическую нишу) до тех пор, пока внешние силы (воздействия надсистем или других аналогичных систем) не изменят существующего баланса. В данном случае слово «эволюция» понимается не только в историческом и надисторическом интервале времени, но и как динамическое понятие, т. е. как процесс постоянного взаимодействия видов, составляющих биотическое сообщество. Рост плотности населения популяции, заполнение ею емкости местообитания, в том числе потребление пищевых ресурсов, превентивно ограничено необходимостью остаться в составе материнского сообщества, не разрушить его как среду обитания рассматриваемой популяции в любых интервалах времени. Если происходит массовое размножение популяций какого-то

Рис. 3.3. Картограмма основных биотопов, занимаемых элементарными фаунистическими комплексами территории верхнеленского ключевого участка.

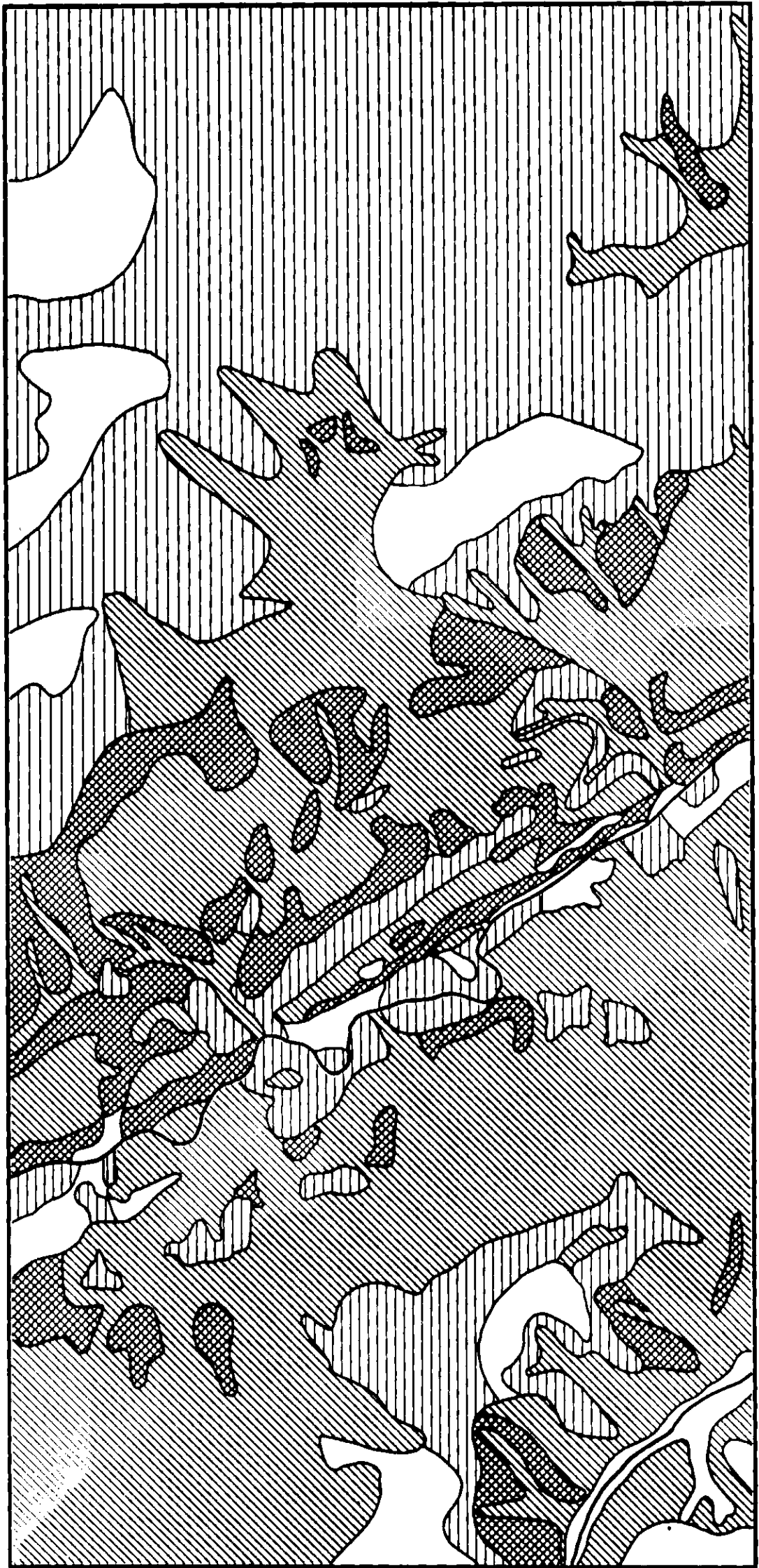
А. Биотопы фаунистических комплексов высоких водоразделов и расчленяющих их верховий речек и ручьев: 1— биотоп фаунистического комплекса темнохвойного (лиственнично-елово-пихтово-кедрового) леса; 2— биотоп фаунистического комплекса темнохвойного леса с участием лиственных пород (березы и осины); 3— биотоп фаунистического комплекса гарей на месте темнохвойного леса, поросших осиново-березовым лесом различного возраста; 4— биотоп фаунистического комплекса приручьевых участков темнохвойного (лиственнично-пихтово-елово-кедрового) леса; 5— биотоп фаунистического комплекса приручьевых участков темнохвойного леса с участием лиственных пород (березы); 6— биотоп фаунистического комплекса гарей на месте приручьевых участков темнохвойного леса; 7— биотоп фаунистического комплекса светлохвойных (лиственничных, сосново-лиственничных и лиственнично-сосновых) лесов.



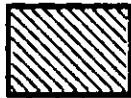

Б. Биотопы фаунистических комплексов коренных берегов долины крупных и средних рек с прилегающими к ним низкими водоразделами: 8— биотоп фаунистического комплекса островных участков темнохвойных лесов с участием лиственных пород (березы, реже осины) среди светлохвойных массивов; 9— биотоп фаунистического комплекса гарей на месте островных участков темнохвойных лесов (среди светлохвойных массивов), поросших осиново-березовым лесом различного возраста; 10— биотоп фаунистического комплекса светлохвойных (лиственнично-осиновых и сосново-лиственничных) лесов; 11— биотоп фаунистического комплекса светлохвойных лесов с участием лиственных пород (березы и осины); 12— биотоп фаунистического комплекса гарей на месте светлохвойных лесов, поросших березово-осиновым лесом различного возраста; 13— биотоп фаунистического комплекса остепненных светлохвойных (лиственнично-сосновых и сосновых) лесов; 13а— биотоп фаунистического комплекса гарей на месте остепненного светлохвойного леса, поросшего лиственнично-березово-сосновыми молодняками и кустарниками; 14— биотоп фаунистического комплекса безлесных гарей на месте остепненных светлохвойных лесов и остепненных луговых склонов («степонды»).

В. Биотопы фаунистических комплексов долин крупных и средних рек с низовьями впадающих в них других рек и ручьев: 15— биотоп фаунистического комплекса приречных ельников с участием лиственных пород (березы, тополя) и небольших островов приречных ельников среди лугов поймы; 16— биотоп фаунистического комплекса ивовых и черемуховых зарослей в поймах рек и ручьев; 17— биотоп фаунистического комплекса суходольных и заливных пойменных лугов; 18— биотоп фаунистических комплексов приручьевых ельников с участием лиственных пород (березы); 19— биотоп фаунистического комплекса гарей на месте приречных ельников, поросших березняком различного возраста; 20— биотоп фаунистического комплекса ерниковых зарослей.

Г. Биотопы фаунистических комплексов полей, огородов и населенных пунктов: 21— биотоп фаунистических комплексов возделываемых полей; 22— биотоп фаунистических комплексов открытых залежей и залежей с сосновой и елово-сосновой порослью 5—7-летнего возраста; 23— биотоп фаунистических комплексов населенных пунктов (огородов и зданий).

(Реймерс Н. Ф., Воронов Г. А., 1963)



- 1 
- 2 
- 3 
- 4 

вида, то оно постепенно или относительно мгновенно гасится биоцено-тическими механизмами (болезнями, паразитами, хищниками и т. п.). Коль этого не происходит (например, при акклиматизации и последующем массовом размножении нового для сообщества вида, не имеющего адекватных механизмов ограничения численности), меняется вся экосистема, и в конце концов либо возникает новый баланс, либо внедрившийся вид бывает элиминирован. Иногда он остается в составе сообщества как «равноправный» его участник, обычно немногочисленный. Это означает, что в сообществе был функциональный резерв («свободная» экологическая ниша), или сам вид выработал такие свойства (стабилизировал свою экологическую нишу), позволившие ему стать членом нового для него сообщества. В любом случае сообщество функционально изменилось, приобрело новые свойства, возможно, физиономически незаметные, но существенные для корреляции взаимоотношений между видами в нем.

Принцип стабилизации экологических ниш весьма существенен в практике акклиматизационных работ. Как правило, «свободных» экологических ниш, не возникших из-за нарушения экосистем человеком, быть не может. Любое сообщество находится в состоянии баланса, достигнутого в ходе биоценотической коэволюции: деятельность комплекса видов продуцентов управляется консументами и вводится в обратную связь редуцентами. Если бы такого баланса не существовало, экосистема деградировала бы. И поскольку этого не происходит, разговоры о «свободных» экологических нишах не имеют под собой никакого основания. Расхожая теоретическая ошибка о якобы имеющихся «свободных» экологических нишах приводит и уже многократно приводила к нелепым и к тому же весьма дорогостоящим акциям по акклиматизации животных и растений. Они в подавляющем большинстве случаев кончались неудачей, а иногда и приносили вред.

Вопреки стабилизации экологических ниш вновь возникшие внутри популяции генотипы могут образовывать экологические субниши, расширять использование ресурсов среды. Их прежний экологический статус при этом не имеет значения: ранее они могли быть слабыми конкурентами. Это положение известно как *принцип, или теорема В. Людвига*, сформулированная в 1950 г. Теорема В. Людвига очень важна для понимания действия правила обязательности заполнения экологических ниш (разд. 3.8.2).

Свод теоретических обобщений, часть из которых перекрывает друг друга, закончим упоминанием *теории, или принципа, А. Николсона* (1933): популяции суть стабильные системы, способные противостоять факторам внешней среды и контролировать эти факторы изменением своей плотности населения. Скорее можно говорить не о контроле среды, а о компенсациях в связи с ее изменением путем колебаний численности популяционного населения. Изменяя среду жизни популяций, человек должен ожидать компенсационных процессов. Не всегда они в его интересах. Что

Рис. 3.4. Характер размещения и плотности населения азиатских лесных мышей на территории верхнеленского ключевого участка (окрестности дер. Якимовка Жигаловского района Иркутской области):

1— балл 0 численности — зверьки не отловлены, они здесь не размножаются и редко забегают; 2— балл 1 численности — встречаются единичные особи; 3— балл 2 численности — зверьки постоянно живут и размножаются в биотопе, и численность вида довольно значительна; 4— балл 3 численности — максимальная населенность биотопа данным видом. (Рис. 13, легенда рис. 5— стр. 84 и 43 книги «Насекомоядные и грызуны в верхней Лены»)

касается относительной стабильности популяций как систем, то это свойство возвращает нас к правилу объединения в популяции, с которого начат этот раздел.

Вместе с группой закономерностей адаптации биосистем (разд. 3.4.2), действующих также в основном на популяционном уровне, изложенные здесь постулаты составляют костяк руководящих теоретических положений, объясняющих многие особенности функционирования популяционных совокупностей особей в рамках сообщества, т. е. относительно небольших пространств. В следующем разделе сделана попытка анализа территориально более широких биогеографических закономерностей. Конечно, такое разделение «по пространству» весьма условно. Любое функциональное взаимодействие происходит в рамках какой-то территории, а пространственная закономерность всегда функциональна.

3.7. БИОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

Биогеографические, или эколого-географические, закономерности довольно сложно классифицировать. Как только что упомянуто, любые явления происходят в пространстве, а его протяженность не может быть математически определена в формальных единицах «от сих до сих», поскольку в экологии речь идет о системной величине. Для микроорганизма кончик иглы уже огромный полигон. К тому же в обширной биогеографической литературе широко освещены весьма значительные эмпирические данные. Существуют многочисленные сводки по географии растений, животных, общей биогеографии, географии сообществ, биогеографии островов и так далее. Приводимые факты как-то обобщены, сформулировано множество частных закономерностей. Из этой массы ценных данных здесь сделана попытка выделить наиболее общие принципы, объединяемые в три основные группы: ареал и распространение видов в его пределах, изменения особей (популяций) в пределах ареала и закономерности распространения сообществ. Многие смежные вопросы, обычно также относимые к биогеографическим, рассмотрены в следующем разделе 3.8.

3.7.1. Ареал и распространение видов в его пределах

- Принцип экологической индивидуальности видов Л. Г. Раменского — Г. А. Глизоиа
- Правило колебания границ ареала
- Принцип воздействия факторов В. Тишлера
- Правило соответствия вида и ценоза
- Правило географической изменчивости кружева ареала
- Правило ограничивающих факторов
- Правило стимулирующего действия температур В. Шелфорда — Т. Парка
- Правило лимитирующего значения крайних летних и зимних температур А. Н. Голикова — О. А. Скарлато
- Правило викарната Д. Джордана
- Правило представительства рода одним видом А. Моисара
- Принцип конкурентного исключения Г. Ф. Гаузе
- Принцип видо-родового представительства Й. Иллнеса
- Принцип сосуществования, или парадокс Дж. Хатчинсона
- Правило географического оптимума

Существуют два основных способа изображения ареалов на картах: путем вычерчивания их границ в виде сплошной или пунктирной (в случае сомнений в верности проведения) линии и методом нанесения точек в географические места обнаружения особей вида. В первом случае обычно производится довольно смелая экстраполяция, как правило, путем соединения крайних точек обнаружения вида, т. е. оба способа отображения границ ареала фактически совпадают.

Если в какой-то географической точке никто никогда не вел фаунистические или флористические исследования, точек находок, естественно, не возникает. Кроме того, при многолетнем изучении широких регионов, как это приходилось делать автору в Средней Сибири, нетрудно убедиться, что некоторые птицы, например, коростель, порой фактически исчезают на краю своего ареала на ряд лет, а затем вновь появляются. Для упомянутого вида территориальная изменчивость границ ареала составляет сотни километров, так что выразима в самом мелком масштабе. Для менее подвижных животных и растений такие колебания границ ареала невозможны, но в годы депрессий численности экологическая роль видов, находящихся в минимуме, практически равна нулю или стремится к нему. Исследователь может вид не обнаружить по чисто техническим причинам.

Возможности сопряжения и прогнозирования границ ареалов связаны с конгруэнтностью видов в составе биоценозов и сообществ (разд. 3.8.). Как показывает опыт, имеется соответствие видов и ценозов (см. ниже), и эти физиономически ясные черты позволяют отображать такие закономерности на картах. Однако довольно трудно (хотя и возможно) найти два вида, которые бы имели абсолютно сходное распределение в пространстве. Эту особенность Л. Г. Раменский (1924) и Г. А. Глизон (1926) сформулировали в виде индивидуалистической гипотезы, *правила или принципа экологической индивидуальности видов*: каждый вид пространственно распределен в соответствии со своими генетическими, физиологическими и другими биологическими особенностями и глубоко специфично относится к факторам среды, в том числе к другим видам. Как нет абсолютно идентичных особей (кроме однойцевых близнецов, тем не менее нередко фенотипически отличающихся друг от друга), так нет и биоэкологически идентичных видов. Следовательно, их распространение сугубо индивидуально, а потому подвержено столь же индивидуальным нормам реакции на возникающие изменения среды жизни. Как сказано выше, этот принцип не абсолютен.

В виде регистрации факта можно сформулировать *правило колебания границ ареала*: многие виды не имеют четко отграниченной постоянной области распространения и временами либо исчезают на границе ареала, либо достигают исчезающе малой численности. В. Тишлер в 1955 г. сформулировал *принцип воздействия факторов*, согласно которому границы, размер и характер ареала вида или местообитания популяции обусловлены их биологическими особенностями, и наоборот, биологические особенности вида или популяции могут указывать (быть индикаторами) места, где их можно найти¹. Точнее говоря, каждый вид или популяция входят в какие-то биоценозы и соответствующие экосистемы (биогеоценозы) и там, где есть вид или его специфическая популяция, очевидно, существует тот ценоз, куда они входят и где вырабатывают свою экологическую нишу. Если не существует такого соответствия, то, очевидно, либо вид,

¹ Очень примитивно говоря, рыбы живут в воде — одна в реке, другая в озере, третья в море; одна на глубине, другая на поверхности и т. д.

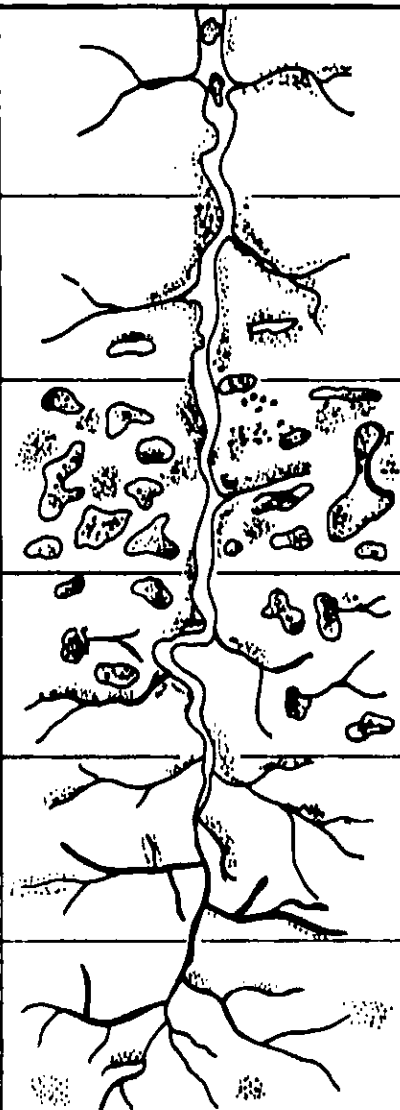
Ландшафтные зоны		Основные типы местобитаний	Характер размещения поселений
Тундра и лесотундра		Долинно-речные (пойменно-речные, прибрежно-речные, речные острова)	Лекточный
Тайга			
Лесостепь		Болотные (заболоченные холмы, осокново-кочкарниковые болота), озерные (прибрежные, займищные, стланикные), лугово-появдые (поля, луга, огороды), долинно-речные (пойменные, прибрежные)	Диффузный (междуречья) и лекточный (долины рек)
Степь		Озерные (займищно-озерные, озерно-стланикные, прибрежно-озерные), долинно-речные (пойменные, прибрежные, займищные)	Островной (междуречья) и лекточный (долины рек)
Предгорья		Долинно-ручьевые (в предгорьях: берега ручьев, болота в долинах ручьев; в горах: долины ручьев, межгорные котловины, субальпийские луга)	Лекточный
Горы			

Рис. 3.5. Структура поселений и особенности стационарного размещения водяной крысы в различных ландшафтных зонах Западной Сибири (рис. из кн.: Максимов А. А. Водяная крыса и борьба с ней в Западной Сибири. Новосибирск: 1959. С. 48)

представленный популяцией, «не тот» (популяция имеет иную экологическую нишу), либо ценоз при физиономическом сходстве все же другой (иначе сформирован исторически и функционально).

Как показывают широкомасштабные исследования в Сибири и на Дальнем Востоке, виды очень четко соответствуют ценозам, а если наблюдается разница в постоянно регистрируемом видовом составе всего в один вид, то ценоз явно резко отличается от географически или топографически соседних.

Как правило, смена видового состава происходит не на один, а на группу видов, и действительно, вид служит индикатором того сообщества, куда он входит.

Там, где природа сильно нарушена человеческой деятельностью, описанное выше правило соответствия вида и ценоза заметно не столь четко. Лоскутные природные образования складываются не в рамках бывших границ элементарных биогеоценозов, а составляют объединенные экосистемы топографически (но не экологически) более высокого иерархического уровня. Вид как бы вписывается не в «свой» изначальный ценоз, а в мозаику биогеоценологических парцелл разных экосистем, его экологическая ниша оказывается соотношенной с этой мозаикой. Отсюда следует вывод, что правило соответствия вида и ценоза в этом случае распространяется на более географически широкие образования, а колебания гра-

ниц ареалов могут в этом случае быть менее выраженными и не столь заметными.

Необходимо обратить внимание на то, что в ходе упомянутых процессов нарушается принцип территориальной общности физико-географических единиц (разд. 3.7.3), они укрупняются из-за мозаичности возникающих «обрывков» экосистем и их возрастающей отдаленности друг от друга. Иногда «промежуточные» экосистемы (по иерархии соподчинения) вообще исчезают, как, впрочем, и элементарные, в своем первоначальном виде. Иерархия экосистем резко упрощается по числу уровней — сохраняется как целое лишь 2-й снизу уровень биома или ландшафтной полосы (см. главу 2) и только им соответствуют по распространению виды, занимающая микроучастки, едва ли составляющие полноценные экосистемы (скорее, их парацеллы).

Там, где сохранилась первичная структура природных образований, соответствие вида и ценоза дает очень четкую пространственную картину кружева ареала, закономерно меняющегося при движении в географическом пространстве. Эта закономерность в разд. 3.6 была названа правилом топографического, или популяционного, кружева ареала. Это правило было сформулировано для топографического пространства одной географической точки. Теперь следует обратить внимание на изменения этого кружева в более широком пространстве — *правило географической изменчивости кружева ареала*. Обычно оно состоит в том, что на севере вид приурочен к приречным, низменным участкам, затем к югу заселяет более широкие пространства, в горах обитает лишь в локальных участках, а на южном пределе распространения вновь приурочен к приречным более влажным и прохладным местообитаниям. У каждого широко распространенного вида характер изменения кружева ареала специфичен, но смены происходят закономерно. Такие смены, пожалуй, лучше всего известны для водяной крысы в Сибири¹ (рис. 3.5). Пользуясь выявленными закономерностями, можно получить более надежные критерии для экстраполяции границ ареалов видов.

Проверка приведенных теоретических положений в свое время была сделана автором на Дальнем Востоке методом артиллерийской «вилки», т. е. были намечены точки, где вид уже не наблюдался и где наверняка существовал, а в промежуточном регионе по характеру растительности части экосистемы должен был бы присутствовать. В этой срединной точке проводились исследования. Все ожидавшиеся виды (в том числе не склонные к флуктуации границ ареала) были обнаружены вне зависимости от того, на каком расстоянии от точки наблюдения были проведены на картах ранее известные предельные границы их распространения. Часто находка была в сотнях километров к северу от «северного предела распространения» вида.

Правило соответствия вида и ценоза позволило автору предложить новый тип зоогеографических и шире — биогеографических — карт², основанных на экосистемном подходе. При этом правило колебаний границ ареала в мелком масштабе удалось отразить лишь частично. Зато в крупном масштабе оно вполне может быть реализовано — ценозы, где

¹ Очень показательная схема была опубликована (с. 48) в сборнике «Водяная крыса и борьба с ней в Западной Сибири». Новосибирское кн. изд-во, 1959 (Максимов А. А. Распределение водяной крысы по зонам и ландшафтам Западной Сибири. С. 19—48). См. также Пантелеев П. А. Популяционная экология водяной полевки и меры борьбы. М.: Наука, 1968. 255 с.

² Реймерс Н. Ф. Птицы и млекопитающие южной тайги Средней Сибири. М.-Л.: Наука, 1966. 420 с.; Атлас Сахалинской области. М.: ГУГК, 1967.

наблюдается пульсация ареалов, графически на картах отличаются от тех, где вид постоянно присутствует.

Наиболее общим объяснением причин формирования границ ареала вида служит *правило ограничивающих факторов*: факторы среды, наиболее удаляющиеся от оптимума экологических потребностей вида, лимитируют возможности его существования в данных условиях. Поскольку к лимитирующим факторам относятся любые условия существования вида — как абиотические, так и биотические, включая антропогенные, — правило ограничивающих факторов, ведущее свое начало от группы законов минимума (см. разд. 3.5.2), включая закон толерантности Шелфорда (см. разд. 3.5.1), практически дополнительно ничего не объясняет, а лишь резюмирует перечисленные закономерности.

Для объяснения механизма действия принципа воздействия факторов В. Тишлера (см. выше) было предложено несколько теоретических оснований. Одно из них — *правило стимулирующего действия температур В. Шелфорда — Т. Парка*, в умеренных широтах определяющее стимулирующее воздействие, которое оказывают изменения температуры среды обитания (правило сформулировано независимо друг от друга В. Э. Шелфордом в 1929 г. и Т. Парком в 1930 г.). Это правило в 1972 г. А. Н. Голиков и О. А. Скарлато дополнили *правилом лимитирующего значения крайних летних и зимних температур*, или «биогеографическим методом» указанных авторов: в умеренных широтах Северного полушария распространение видов ограничено необходимыми для размножения температурами. Эта потребность является генотипически закрепленным видовым признаком и прямо не связана с диапазоном температур выживаемости особей вида. У видов, переносящих широкие колебания температур, температура размножения часто более контрастна, чем у видов с относительно низким порогом выносливости к переменам количества тепла.

Очевидно, нельзя считать, что температура — абсолютно определяющий фактор в формировании границ ареала. Существенную роль играют влажность, субстраты, межвидовые отношения, преследование человеком, а в водной среде также скорость движения ее потоков и соленость вод. Саму температуру регулируют складывающийся мезо-, микро- и биоклимат. Играют роль и генетические закономерности взаимоотношения видов.

Среди них выделяется *правило викариата Д. Джордана*: ареалы близкородственных форм организмов (правило установлено для животных) обычно занимают смежные территории и существенно не перекрываются; родственные формы, как правило, викарируют, т. е. географически замещают друг друга. Согласно *правилу представительства рода одним видом А. Монара* (1919 г.), в однородных условиях и на ограниченной территории систематический (таксономический) род, как правило, представлен только одним видом. Видимо, это связано с близостью экологических ниш видов одного рода.

В связи с этим необходимо вспомнить группу закономерностей, связанных с *принципом конкурентного исключения, или законом (теоремой) Г. Ф. Гаузе* (1934 г.): два вида с близкими экологическими требованиями длительное время не могут занимать одну экологическую нишу и, как правило, входят в одну экосистему. Следовательно, одновременно происходит и географическое замещение видов, что констатирует *принцип видо-родового представительства Й. Иллиеса*: поскольку два близкородственных вида не могут занимать одинаковые экологические ниши в одном биотопе, и, соответственно, в биоценозе, богатые видами роды обычно представлены в экосистеме единственным своим представителем. Матема-

тически подобные отношения были доказаны уравнениями А. Лотки — В. Вольтерры (независимо этими авторами в 1925 и 1926 гг.). Однако поскольку принцип конкурентного исключения, видимо, не абсолютно универсален, был сформулирован *принцип сосуществования, или парадокс Дж. Хатчинсона*: два вида в порядке исключения могут сосуществовать в одной экологической нише, и если близкие виды вынуждены использовать одни и те же ресурсы, то естественный отбор может благоприятствовать их сосуществованию, и они способны эволюционировать в близком направлении. Парадокс Дж. Хатчинсона наблюдается главным образом в водных экосистемах¹.

Эмпирическим обобщением всех биогеографических закономерностей, касающихся ареалов и условий существования видов внутри них, служит *правило географического оптимума*: условия обитания вида наиболее оптимальны для него в центре ареала. Очевидно, предполагается, что абиотическая и биотическая среда тут наиболее благоприятна, а экологическая ниша выработана с наибольшим совершенством. Однако часто имеется в виду не пространственно-геометрический центр ареала, а его экологический «центр». Например, для морских котиков, многих других морских млекопитающих, колониальных птиц и любых наземных видов с дизъюнктивным или другим типом прерывистого ареала едва ли геометрический центр их ареала будет оптимален для жизни. Вид может вообще тут отсутствовать. Скорее, понятийно наоборот, экологический оптимум формирует часть ареала с наибольшей плотностью видового населения — оно имеет наивысшую плотность и общую численность в наиболее благоприятных местах существования популяций вида. Эти места могут располагаться как в глубине очерченного ареала, так и у его географических границ. В «чистом» виде правило географического оптимума справедливо лишь для видов с обширным сплошным ареалом, как правило занимающим всю либо большую часть биома или географической зоны. Однако и в этом случае нередко возможны варианты, когда наиболее благоприятными оказываются какие-то края области распространения вида. Например, многие таежные животные (лось, волк и др.) явно приурочены не к глухой срединной тайге, а к так называемой подтаежной южной ее полосе. Здесь больше кормов по естественным причинам и из-за нарушения лесов человеком, к тому же теплее, и как правило, менее глубок снежный покров.

Ясно, что перечисленные биогеографические закономерности неравнозначны по глубине обобщения и вкладываемому смыслу.

Совершенно очевидно, что все закономерности системы «организм — среда» (разд. 3.5) отражаются на формировании границ ареалов видов. Наибольшее индикаторное значение имеет правило соответствия вида и ценоза, которое хотя и не объясняет причин такого соответствия, но отражает реально существующий факт, возникающий на почве сложного переплетения многих закономерностей генетического, аутоэкологического и синэкологического характера. Они формируют кружево видового ареала. Его географические пределы зависят от толерантности особей вида к физическим условиям среды и способности выработать экологическую нишу в одном или в нескольких ценозах, само существование которых определяется свойствами не столько отдельных видов, сколько их сообществ (разд. 3.8). Однако и тут важны характеристики видов-средообразователей — эдификаторов среды. Лишь во взаимодействии свойств попу-

¹ Кроме того, особи морфологически сходных видов, обитающих совместно, статистически различаются по размерам.

ляций и их системных объединений складывается картина ареала. Поэтому все эти закономерности важны для анализа его границ и особенностей.

Нельзя сказать, чтобы внутренние механизмы формирования ареалов были до конца ясны, а главное, складывались в совокупность знаний, вполне пригодную для практической деятельности. Лучше обстоит дело с описанием внешних свойств географически сменяющих друг друга популяций, особенно животных. Эти закономерности сведены в следующем разделе.

3.7.2. Изменение особей (популяций) в пределах видového ареала

- Правило К. Бергмана
- Правило Р. Гессе
- Закон покровов (покрытия) тела
- Правило густоты мехового покрова
- Правило Д. Аллена
- Правило числа позвонков (у рыб), или правило А. Жордана
- Правило К. Глогера
- Принцип основателя
- Правило островного измельчания

Группа закономерностей, характерных для пространственных изменений особей в популяциях, сменяющих друг друга при движении с севера на юг (или наоборот) и живущих в различных условиях островной изоляции, наиболее известна. Кажется, еще Фридрих I Барбаросса (1125—1190) знал правило измельчания размеров тела теплокровных животных при движении с севера на юг, названное затем *правилом К. Бергмана* (1847): у теплокровных животных, подверженных географической изменчивости, размеры тела особей статистически (в среднем) больше у популяций, живущих в более холодных частях ареала вида. Правилу Бергмана подчиняются около 50% видов теплокровных животных, подавляющая часть которых (до 90%) птицы. Механизм действия правила Бергмана очевиден — укрупнение размеров особей термодинамически позитивно меняет отношение объема и площади тела, снижает уровень основного обмена. В то же самое время правило не может действовать в тех случаях, когда наблюдается недостаток кормов или колеблется их доступность: при увеличении размеров тела общая масса потребляемого корма возрастает¹. Очевидна связь правила Бергмана с правилом поверхностей (разд. 3.4.2).

Как бы дополнением к правилу Бергмана служит *правило Р. Гессе*: особи популяций в северных районах обладают относительно большей массой сердца (при ее сравнении с массой тела), чем особи популяций, живущих в южных районах или в более теплых местообитаниях. Большая интенсивность обмена и необходимость поддерживать относительно по-

¹ Но если вид способен к временному снижению метаболизма, а соответственно и температуры тела, то особи могут не укрупняться при распространении с юга на север. К тому же результату ведет способность использовать терморегулирующие укрытия, что характерно для млекопитающих.

стоянную температуру тела при более низких температурах требует лучшего кровоснабжения. А для него нужна более мощная сердечная мышца.

Столь же очевидны причины действия закона покровов (*покрытия*) тела: плотность (густота и терморегулирующая способность) покровов тела млекопитающих и птиц достигает максимума в холодных и засушливых областях. Это помогает животным противостоять экстремальным температурам и влажности. Кстати, этому закону следуют и люди, одевая наиболее плотную одежду в тех же местах (меховая одежда на севере, стеганые халаты и длинная одежда в пустынях). Уточнение к закону покровов (*покрытия*) тела служит *правило густоты мехового покрова*: у млекопитающих холодных местообитаний мех как правило гуще, чем у живущих в теплых географических зонах и поясах. Часто это правило справедливо и для млекопитающих сухого климата, где густой мех предохраняет от излишнего испарения воды с поверхности тела, а также от перегревания.

Как бы частным случаем правила Бергмана, а скорее, более общего правила поверхностей (разд. 3.4.2) служит *правило Д. Аллена* (1877): увеличение выступающих частей тела одного вида теплокровных животных (конечностей, хвоста, ушей и т. п.) при продвижении с севера на юг. Достаточно ясно, что удлинение выступающих частей тела увеличивает поверхность тела и его теплоотдачу.

Для рыб существует особое *правило числа позвонков, или правило А. Жордана*, согласно которому (у сельдей, трески и др.) в водоемах с повышенной соленостью и более низкими температурами в хвостовой части тела возрастает число позвонков. Правило Жордана не имеет отношения к правилу Аллена как таковому, а связано с приспособлением к движению в более плотной среде. Подобного рода закономерностей много у почвенных и глубоководных организмов — их удлиненность, часто червеобразность и т. п.

Климатические особенности воздействуют и на цвет особей популяций, живущих на севере и на юге, в сухих и влажных местообитаниях. Эту специфику отражает *правило, или закон К. Глогера* (1833): виды животных северных и влажных географических зон имеют более интенсивную окраску, чем обитатели южных сухих регионов. Темная окраска, отражая меньше тепла, улучшает его аккумуляцию телом животного¹. В то же самое время многие виды млекопитающих и птиц Севера имеют светлую окраску, что объясняется не столько самим цветом мехового покрова, сколько его структурой, строением волос, одновременно отражающих свет и работающих как кумулирующие линзы. Кроме того, на льду белый цвет служит и защитной окраской (например, у бельков тюленей).

Многие признаки островных популяций видов отличаются от имеющих у материковых. Объясняет это явление *принцип основателя*: единичные особи-основатели новой (изолированной) колонии или популяции несут в себе лишь часть общей генетической информации, присущей виду. Нехватка потенциала наследственной изменчивости может лежать в основе *правила островного измельчания*: популяции видов животных, обитающие на островах, как правило, образуются более мелкими особями, чем матери-

¹ Так называемый индустриальный меланизм — потемнение некоторых животных, например бабочек, в задымленных регионах — видимо, имеет подосновой необходимость более темной защитной окраски.

ковые, живущие в аналогичных условиях. Правило островного измельчания имеет много исключений, особенно на крупных островах (например, кабарга Сахалина крупнее чем материковая), но, видимо, статистически верно.

Закономерности географического распространения сообществ также привлекли внимание экологов и биогеографов. Перейдем к краткому их перечислению.

3.7.3. Закономерности распространения сообществ

- Правило А. Уоллеса
- Принцип эколого-географического максимума (стабильности числа) видов
- Принцип взаимоисключаемости биотических комплексов И. И. Дедю
- Правило смены вертикальных поясов
- Правило предварения, или правило постоянства местообитания Й. Вальтера — В. В. Алекина
- Закон минимума видов, или эффект А. Ремаие
- Принцип территориальной общности физико-географических единиц
- [Закон обеднения разнородного живого вещества (биоты) в островных его сгущениях Г. Ф. Хильми] (разд. 3.2.5)
- Правило К. Дарлингтона
- Правило Манро
- Теория биполярности

Наиболее общей закономерностью, видимо, следует признать сформулированное А. Уоллесом в 1859 г. *правило увеличения видового разнообразия по мере продвижения с севера на юг, или правило Уоллеса*. Оно касается как видов, так и составляемых ими сообществ: в тропиках значительно больше абсолютное число видов, чем на Севере, и в составе южных сообществ их также намного больше. Причины возникновения такой разницы многообразны. Их можно разделить на две группы — эволюционно-геоисторические и географо-экологические. Северные ценозы исторически моложе и находятся в условиях меньшего поступления энергии от Солнца. Однако едва ли можно считать, что со временем, скажем, биоценозы тундры станут богаче видами. Если обратить внимание на степень замкнутости круговорота веществ в тропиках и в северных районах, то нетрудно заметить, что и там, и там практически не образуется накоплений органического вещества — гумуса почв. Видимо, энергетическое совершенство в соответствии с законом максимализации энергии и информации (разд. 3.2.3) выработано экосистемами всех ландшафтно-географических зон. В них существует столько видов, сколько необходимо для максимальной утилизации приходящей энергии и обеспечения круговорота веществ в рамках энергетического потока. В связи с этим следует к правилу Уоллеса добавить *принцип эколого-географического максимума (стабильности числа) видов*: число видов в составе географических зон и их экосистем относительно постоянно и регулируется вещественно-энергетическими процессами. Это число всегда естественно стремится к необходимому и достаточному максимуму.

Этот принцип явно связан с общим правилом числа видов в биосфере Земли (разд. 3.11).

Человеческая деятельность снижает видовое разнообразие. Биотические системы начинают работать в необычном режиме нехватки видов. Компенсация происходит за счет увеличения числа особей согласно прин-

ципу экологического дублирования (разд. 3.8.1). Однако значительное и быстрое снижение числа видов и составляющих их особей может резко нарушить действие принципа эколого-географического максимума (стабильного числа) видов. Это ведет к тому, что не удовлетворяется и требование принципа Ле Шателье — Брауна (разд. 3.2.3). Экосистема высокого ранга начинает саморазрушаться. Если этот процесс идет с большой скоростью, происходит заметное опустынивание территории (песчаные пустыни известны, например, даже в тайге Забайкалья и Сахалина). В других случаях складывается природная системная совокупность с иным максимумом видов и новым балансом круговорота веществ. Для этого наиболее благоприятны условия умеренных географических поясов, где круговорот веществ явно незамкнут, вернее, его долговременный баланс опосредован накоплением органики в почвах, в торфах болот, а в тайге также и в столетиями гниющих погибших деревьях. Буферность экосистем умеренных поясов Земли выше, чем тропических и северных, поэтому уничтожение видов в этих двух последних и отход от удовлетворения условий принципа эколого-географического максимума (стабильности числа) видов тут предоставляет большую опасность для экологического благополучия этих регионов, а, возможно, и биосферы в целом.

Принцип конкурентного исключения Г. Ф. Гаузе и правило викариата Д. Джордана (разд. 3.7.1) характерны не только для видов, занимающих одну экологическую нишу, но и для функционально аналогичных сообществ, селящихся в очень близких условиях среды. И. И. Дедю в неоднократно упоминавшемся словаре приводит пример фаун ракообразных каспийского и древнепресноводного происхождения, которые в пределах Каспийско-Азово-Черноморского бассейна не смешиваются вопреки их сходству по экологическим требованиям. Популяции взаимоисключающих видов становятся членами лишь одной из викарирующих соседних экосистем (это показатель значительной взаимозависимости членов сформированного ценоза). Указанный автор формулирует *принцип взаимоисключаемости биотических комплексов*: две генетически сходные группы организмов разного происхождения, обладающие близкими (одинаковыми) требованиями к окружающей их среде, взаимоисключают друг друга. Совершенно очевидно, что этот принцип следует учитывать при попытках акклиматизировать виды, относящиеся к различным, но близким биотическим комплексам. Такие попытки либо окончатся неудачей, либо будут разрушительны. Это обычно и наблюдается.

Правило А. Уоллеса, с которого начался обзор в этом разделе, справедливо для географической зональности в целом и для аналогичных биотических сообществ, но именно лишь для аналогичных, так как отсутствие или присутствие одного или (как правило) группы видов свидетельствует о том, что мы имеем дело не с той же, а с другой экосистемой (согласно правилу соответствия вида и ценоза — см. разд. 3.7.1). При этом аналогичные экосистемы могут оказываться в рамках различной вертикальной зональности — чем южнее, тем в более высоких поясах гор (*правило смены вертикальных поясов*), или на склонах иной экспозиции; например, на северных склонах образуются экосистемы более северных ландшафтных разностей. Последнее явление было формально установлено в 1951 г. В. В. Алехиным и Й. Вальтером в виде *правила предварения, или правила постоянства местообитания* (плакорный вид или плакорный биоценоз предваряется на юге или на севере в соответствующих условиях местообитания, что связано с меньшей или большей инсоляцией склонов различной экспозиции). В ряде случаев образуются участки незональных ценозов, соот-

ветствующие более северным или южным зонам (например, степные участки и тайга). Эти участки нельзя считать адекватными зональными (соответственно степные участки в тайге называют «степоидами»). Обычно в этих маргинальных образованиях ценозы беднее видами.

Видимо, именно обедненность ценозов в зонах контакта климатических и экологических зон формирует закономерность, известную как *закон минимума видов, или эффект А. Ремане* (этот автор открыл и сформулировал правило в 1934 г.): минимум морских и пресноводных видов животных наблюдается в солоноватых водах (соленость 5—8‰). В данном случае возникает не географическая, а экологическая, функциональная маргинальность.

В пограничных полосах между географическими зонами и вертикальными поясами часто число видов больше, чем в центральных частях этих зон и поясов за счет мозаичности экосистем, принадлежащих к соседним зонам, и так называемого эффекта экотона (разд. 3.9). При этом физиономические «гибриды» ландшафтно-географических зон (лесотундра, лесостепь и тому подобное) часто оказываются самостоятельными образованиями со своим видовым составом биоты, особыми биогеоценотическими закономерностями и другими характеристиками.

Островные экосистемы, возникшие в результате дробления изначальных при их нарушении человеком, составляют целостные природные образования (надсистемы) более высокого иерархического уровня, и, соответственно, функционально целостные физико-географические территориальные единицы образуются лишь в том случае, если эти экосистемы расположены не как изолированные, удаленные друг от друга участки, а как относительно компактная, хотя и мозаичная совокупность. Этот очевидный факт носит название *принципа территориальной общности физико-географических единиц* (районов, провинций и т. п.).

Менее очевиден сформулированный Г. Ф. Хильми и оставшийся почти незамеченным научной общественностью *закон обеднения разнородного живого вещества (биоты) в островных его сгущениях*. В авторской трактовке: «индивидуальная система, работающая в ... среде с уровнем организации более низким, чем уровень самой системы обречена: постепенно теряя структуру, система через некоторое время растворится в окружающей... среде»¹. Другие названия этого обобщения — принцип организационной деградации и закон растворения системы в чуждой среде (разд. 3.5.2). Фактически это общесистемный закон. Он тесно связан с законом оптимальности и в значительной мере отражает термодинамику малой системы, находящейся в чуждой среде. Здесь мы вновь возвращаемся к нему, акцентируя внимание на биоте, поскольку искусственное сохранение экосистем лишь малого размера (на ограниченной территории, например, при заповедании) ведет к их постепенной деструкции и не обеспечивает целей сохранения видов и их сообществ. Чем выше разница между уровнем организации островной биосистемы и ее окружения, тем скорее происходит деградация биоты. Одновременно меняются и все остальные компоненты экосистемы, так что сохранить островную биоту изолировано на малых территориях при любых условиях в длительном интервале времени практически невозможно.

Законом обеднения разнородного живого вещества Хильми объясняется бедность ценозов видами при действии правила предварения (см. выше). Одновременно он тесно связан с известным биогеографическим

¹ Хильми Г. Ф. Основы физики биосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1966. С. 272.

правилом К. Дарлингтона: уменьшение площади острова в 10 раз сокращает число живущих на нем видов (амфибий и рептилий) вдвое¹. Конечно, речь идет об островах, находящихся в разных физико-географических условиях. Правило К. Дарлингтона верно лишь статистически и имеет множество исключений. Например, герпетофауна относительно небольшого (1550 км²) острова Кунашир не менее богата, чем рядом расположенного обширного Хоккайдо (77,7 тыс. км²). Однако идентифицировать физико-географические условия этих и других островов очень непросто. В равных условиях правило Дарлингтона, видимо, вполне справедливо.

В данном случае закон обеднения разнородного живого вещества Г. Ф. Хильми сопряжен с правилом К. Дарлингтона лишь косвенно. Остров, окруженный водными пространствами, находится не в упрощенной, а в совершенно чуждой среде, непригодной для жизни наземных существ. Видовой состав на его территории формируется в результате упрощения, если остров материковый и маленький, или в процессе заселения, если остров океанический. В последнем случае играют роль случайности переноса организмов, процессы, связанные со всем комплексом закономерностей, формирующих ареал (разд. 3.7.1), важен принцип основателя (разд. 3.7.2), действуют законы формирования и функционирования сообществ (разд. 3.8), экосистемные законы (разд. 3.9), а в ряде случаев и группа закономерностей изменения природы человеком. Естественно, что при таком огромном стечении обстоятельств трудно ожидать, чтобы правило К. Дарлингтона было выражено иначе, чем статистически.

Завершим раздел так называемой *теорией биполярности*, согласно которой жизнь Арктики и Антарктики аналогична по происхождению и имеет истоки в третичном времени. Это эволюционно-биогеографическое правило подробно обосновал Л. С. Берг.

От географического распространения организмов и сообществ целесообразно перейти к законам формирования и функционирования последних: алгоритм мысли — что, где, как работает? Сначала попытаемся обобщить закономерности, характерные для работы биотических сообществ, а затем и для экосистем в целом.

3.8. ЗАКОНЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОЦЕНОЗОВ И СООБЩЕСТВ

Синэкология как раздел экологии возникла сравнительно недавно — в начале нашего века (термин предложен швейцарским ботаником К. Шретером в 1902 г., формальное выделение синэкологии произошло на международном ботаническом конгрессе в 1910 г.). К нашим дням она разрослась в значительный куст знаний, начиная от анализа первичных межпопуляционных связей (или даже связей внутри популяции, если к синэкологии относить популяционную экологию, равно принадлежащую и аутоэкологии) и кончая теорией экосистем. Промежуток заполняют учение о трофических цепях и сетях, синузиях и консорциях, фитоценология, знания о зоо-, микробо- и других ценозах, выделяемых по систематическому признаку, биоценология как целое, учение о сукцессиях, длинный ряд дисциплин, исследующих экосистемы всех сред жизни, а при широком понимании экологии и все ее стороны, связанные с человеком (кро-

¹ Число видов на острове математически зависит от логарифма его площади. Это правило Манро (Е. Г. Милгое) было им предложено в 1948 г. и стало широко известно после трудов Мак-Артура и Уилсона (1963, 1967).

ме аутоэкологии человека). Казалось бы, при таком развитии науки вопрос о реальности существования одного из ее основных объектов — сообществ, или биоценозов¹, системно ограниченных в пространстве, должен был быть решен окончательно и бесповоротно с самого начала. Однако до сих пор высказываются сомнения в реальности пространственной отграниченности и реальности биоценозов как структурных образований типа надорганизма, или квазиорганизма. Б. М. Миркин и Г. С. Розенберг в «Толковом словаре современной фитоценологии» (М.: Наука, 1983, статья «Парадигма в фитоценологии») решительно утверждают, что «в настоящее время парадигма организмизма в основном представляет уже чисто исторический интерес» (стр. 87).

Непрерывность и прерывистость биотических образований идут рука об руку, и противопоставление парадигмы организмизма и континуума кажется искусственным. Приверженность авторов к той или другой парадигме в значительной мере объясняется материалом, который они изучали. В сильно нарушенных человеком местностях физиономическая дискретность биоценозов столь затушевана, что ее подметить совершенно невозможно. Тут рационален и необходим весь арсенал методик и методологических подходов, выработанный фитоценологами — сторонниками концепции непрерывного континуума. В слабо нарушенной человеком природе обычно положение иное. Если естественные условия жизни весьма однородны, возникают очень протяженные биотопы, а потому и биоценозы, иногда как в тропиках или тундре, занимают огромные пространства. Однако они системно индивидуальны и функционально отграничены. Там, где условия среды резко колеблются на относительно небольшом пространстве, и возникает мозаика биотопов, например, как в южной тайге Сибири, в ее горах, проявляются узко локальные черты квазиорганизма в биотическом покрове. Границы биоценозов в этом случае бывают очень резкими, буквально линейными (их определяет, например, граница речной долины, хребет склона южной и северной экспозиции и т. п.). Если же рассматривать иерархию экосистем, как было сделано в главе 2, то совершенно ясно, что континуума между сушей и океаном, океаном и континентальными водоемами и т. д. практически нет.

Несомненно, выделение биоценозов и сообществ как структурных образований условно, так как они входят в ткань биоты всего земного шара, но и игнорирование реальности этих образований нелепо, ибо они функционально существуют. Ситуация здесь совершенно аналогична той, что имеется в понятии «индивид» при рассмотрении колониальных особей гидроидных полипов и общественных насекомых. Рабочий муравей или «царица» — реально существующие отдельные особи, могущие быть объектом исследования, но вместе с тем они неотделимы от своего колониального сооб-

¹ Строго говоря, сообщество и биоценоз — неоднозначные понятия. Биоценоз (ценоз) по своему основному определению населяет строго определенный биотоп, а потому более или менее четко отграничен в пространстве. Он обязательно состоит из продуцентов, консументов и редуцентов, если все они могут существовать в рамках биотопа (исключения очень редки или даже отсутствуют). Сообщество — также система популяций видов, конкурирующих между собой и формирующих экологические ниши, но отнюдь не обязательно состоящая из всех трех биотических экологических компонентов. Выделяют сообщества только растений, в основном продуцентов (фитоценоз), только животных (зооценоз), только микроорганизмов (микробоценоз, или бактериоценоз) и т. п. Сказать «биоценоз растений» нельзя, а «сообщество растений» — можно. В американской литературе (см. Ю. Одум. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с. С. 181) понятия биотическое сообщество и биоценоз совпадают (как живая часть экосистемы). Ю. Одум не рассматривает отдельно фитоценозы, микробоценозы и т. п. Р. Риклефс (Основы общей экологии. М.: Мир, 1979. 424 с.) тоже по сути дела ставит знак равенства между сообществами и экосистемами, хотя (с. 330—331) говорит о группах взаимодействующих популяций.

щества, особенно если их рассматривать в длительном интервале времени. Собственно, таков и любой другой организм как особь и индивид. В данный момент он существует, но исчезает после деления или индивидуальной смерти, а потому он как бы есть и как бы его нет в рамках вида и эволюции живого. Все зависит от пространственной и временной шкалы восприятия.

Поскольку единство прерывности и непрерывности есть общее свойство не только живого, но и всего мира, едва ли нужно формулировать какой-то особый принцип для органического мира и экологии как науки, его изучающей.

Однако история науки такова, что борьба парадигм непрерывности — континуума и организмизма породила взаимоисключающие правила, или принципы. Их пришлось включить в разд. 3.8.2.

3.8.1. Энергетика, потоки веществ, продуктивность и надежность сообществ и биоценозов

- Закон пирамиды энергий, или закон (правило) 10 % Р. Линдемана
- Правило биологического усиления
- Правило «метаболизм и размеры особей», или правило Ю. Одум
- Закон удельной продуктивности
- Правило (принцип) экологического дублирования
- Принцип (правило) эквивалентности В. Тишлера
- Принцип подвижного равновесия А. А. Еленкина
- Принцип продукционной оптимизации Г. Реммерта
- Принцип стабильности
- Правило биоценотической надежности

Прежде всего следует напомнить закон (принцип) «энергетической проводимости» (разд. 3.2.3), характерный и для сообществ, и для биоценозов. Иначе не возникла и не сохранилась бы их целостность. Сквозной поток энергии, проходя через трофические уровни биоценоза, постепенно гасится. В 1942 г. Р. Линдемман сформулировал закон *пирамиды энергий, или закон (правило) 10%*, согласно которому с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой, более высокий ее уровень (по «лестнице»: продуцент — консумент — редуцент) в среднем около 10% поступившей на предыдущий уровень экологической пирамиды энергии. Обратный поток, связанный с потреблением веществ и продуцируемой верхним уровнем экологической пирамиды энергии более низкими ее уровнями, например, от животных к растениям, намного слабее — не более 0,5% (даже 0,25%) от общего ее потока, и потому говорить о круговороте энергии в биоценозе не приходится.

Если энергия при переходе на более высокий уровень экологической пирамиды десятикратно теряется, то накопление ряда веществ, в том числе токсичных и радиоактивных, в примерно такой же пропорции увеличивается. Этот факт фиксирован в *правиле биологического усиления*. Оно справедливо для всех ценозов. В водных биоценозах накопление многих токсичных веществ, в том числе хлорорганических пестицидов,

коррелирует с массой жиров (липидов), т. е. явно имеет энергетическую подоснову.

При неизменном энергетическом потоке в пищевой сети, или цепи, более мелкие наземные организмы с высоким удельным метаболизмом создают относительно меньшую биомассу, чем крупные¹. Значительная часть энергии уходит на поддержание обмена веществ. Это *правило «метаболизм и размеры особей»*, или *правило Ю. Одума*, обычно не реализуется в водных биоценозах при учете реальных условий обитания в них (в идеальных условиях оно имеет всеобщее значение). Связано это с тем, что мелкие водные организмы в значительной мере поддерживают свой обмен веществ за счет внешней энергии непосредственно окружающей их среды.

На правило Ю. Одума следует обратить пристальное внимание, поскольку из-за антропогенного нарушения природы происходит измельчение «средней» особи живого на суше — крупные звери и птицы истреблены, вообще все крупные представители растительного и животного царства все больше и больше делаются раритетами. Это неминуемо должно вести к общему снижению относительной продуктивности организмов суши и термодинамическому разладу в биосистемах, в том числе сообществ и биоценозов.

Не исключено, что этот разлад служит одним из факторов сбоя в действии принципа Ле Шателье — Брауна (разд. 3.2.3).

Если измельчание особей, согласно правилу Ю. Одума, ведет к производству относительно меньшего объема биомассы, то удельный ее выход с единицы площади в силу более полного заселения пространства увеличивается. Никогда слоны не дадут той биомассы и продукции с единицы площади, какую способна дать саранча и, тем паче, еще более мелкие беспозвоночные. Обсуждаемый эмпирический факт можно назвать *законом удельной продуктивности*. Кстати, он справедлив для многих системных образований. Так, мелкие предприятия и фермы в сумме могут производить большую хозяйственную продукцию, чем крупные, а тем более крупнейшие. В этом успех мелкого предпринимательства наших дней. Мощные энергоисточники создают тепловые пятна в атмосфере, а потому большие возмущения в ее физике, чем мелкие, равномерно распределенные в пространстве. Именно более полное использование дисперсной энергии составляет подоснову действия закона удельной продуктивности. Этот закон тесно связан с законом оптимальности (разд. 3.2.1). Видимо, его действие сглаживает многие негативные процессы, возникающие в биосфере по вине человека.

Исчезновение видов, составленных крупными особями, меняет вещественно-энергетическую структуру ценозов. Поскольку энергетический поток, проходящий через биоценоз и экосистему в целом практически не меняется (иначе бы произошла смена типа ценоза), включаются механизмы биоценотического, или экологического, дублирования: организмы одной трофической группы и уровня экологической пирамиды закономерно замещают друг друга. Принципиальная схема такой замены показана на рис. 3.6. *Правило (принцип) экологического дублирования* можно сформулировать следующим образом: исчезающий или уничтожаемый вид живого в рамках одного уровня экологической пирамиды заменяет другой функционально-ценотический, аналогичный, по схеме: мелкий сменяет крупного, эволюционно ниже организованный более высокоорганизован-

¹ Фактически это общесистемный закон: крупные предприятия эффективнее мелких и т. п. Однако в пределах закона оптимальности.

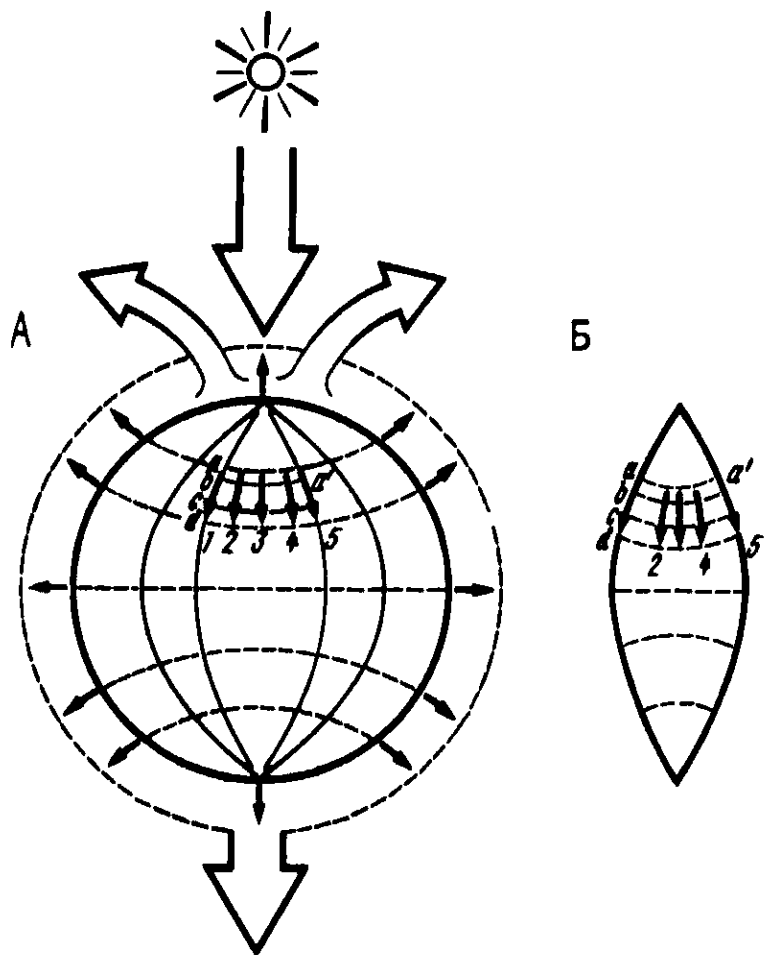


Рис. 3.6. Потоки энергии и механизм обеспечения надежности биотических систем в биосфере:

1, 2, 3... — потоки энергии через виды; а — а'... — связи между ними; А — состояние до уничтожения вида 3; Б — вид 3 исчез, проходившие через него потоки энергии идут через дублирующие виды 2 и 4

ного, более генетически лабильный и мутабельный менее генетически изменчивого. Поскольку экологическая ниша в биоценозе не может пустовать (разд. 3.8.2), экологическое дублирование происходит обязательно. И действительно, копытных в степи сменяют грызуны, а в ряде случаев растительноядные насекомые. При отсутствии хищников на водоразделах южного Сахалина в бамбучниках их роль выполняет серая крыса. Видимо, таков же механизм возникновения новых инфекционных заболеваний человека. В одних случаях возникает совершенно новая экологическая ниша, а в других борьба с заболеваниями и уничтожение их возбудителей освобождает такую нишу в человеческих популяциях. За 13 лет до открытия ВИЧ (возбудителя СПИДа) была предсказана вероятность появления «гриппоподобного заболевания с высокой летальностью». К сожалению, на докладную записку, поданную мною в Госкомитет по науке и технике никто не обратил внимания, а опубликовать что-то по этому поводу было невозможно из-за жесткой цензуры¹.

Экологическое дублирование происходит не только на видовом парном уровне (один вид сменяет другой), но и на уровне сообществ, которые выступают как гамакообразные структуры в технических системах. Такую же роль могут играть пищевые цепи и сети. А поскольку дублирование происходит на основе кибернетического принципа голосования, вместо одного готового блока может включаться другой: сообщество, связанное с одним видом-эдификатором заменяется сообществом, формируемым другим видом-эдификатором. Один вид может быть заменен группой видов (сетевая замена), или наоборот, группа видов исчезает, а вместо них их вещественно-энергетическую функцию станет исполнять всего один вид. Сообщества (синусии, консорции) могут работать как

¹ Теоретические основы экосистемного дублирования были сформулированы в статье: Реймерс Н. Ф. Системные основы природопользования // Философские проблемы глобальной экологии. М.: Наука, 1983. С. 121—161. Рукопись до опубликования пролежала 10 лет.

смесители в технических устройствах, где формируется энергетический поток.

Практическое значение экологического дублирования и множественности элементов ценозов очень велико. Известно, что монокультуру, например, гевеи, в тропической зоне вообще невозможно создать из-за неполноты ценозов для ее произрастания (там, где нет ее вредителей, это удается).

Географическое дублирование реализуется согласно *принципу (правилу) эквивалентности В. Тишлера (1955)*: в географически удаленных, но экологически сходных биотопах идентичные биоценотические функции выполняют систематически различные виды, занимающие эквивалентные экологические ниши. В этом легко убедиться, сравнивая конвергентные биоценозы Евразии и Северной Америки. Их называют «изоэкиями» (Г. Гамс, 1918), изоценами или изоценозами (В. Тишлер, 1955). Наличие изоценозов служит одним из важных доказательств энергетического в его основе правила экологического дублирования.

Дублирование — один из механизмов поддержания надежности ценозов. Это наиболее мобильный способ их адаптации. Дублирование может быть и отрицательным — с выпадением видов и части трофических звеньев. Оно может быть полным (очень редко) или частичным, отражающимся лишь на плотности населения или даже лишь характеристиках кроны деревьев, густоты дерновых трав, половозрастном составе популяций животных и тому подобном. Возможны и генетические изменения в популяциях типа усиления хищнических склонностей у крысы в приведенном для Сахалина примере. Возможно межвидовое и внутривидовое дублирование, а в сельском хозяйстве даже межсортовое. Общий «смысл» остается тем же — максимально полное проведение и использование потока энергии, стабилизация ценоза в меняющихся условиях существования. Это свойство было подмечено А. А. Еленкиным, который в 1921 г. сформулировал *принцип подвижного равновесия*: биотическое сообщество сохраняется как единое целое вопреки регулярным колебаниям среды его существования, но при воздействии необычных факторов структурно изменяется с переносом «точки опоры» на другие растительные компоненты (группы растений). Если необычные, нерегулярные факторы оказывают многолетнее воздействие, то сообщество формирует иную структуру. Однако следует заметить, что, как правило, сохраняются элементы дублирования в виде малочисленных в ценозе видов, которые могут быть мобилизованы в случае новых резких изменений среды.

Балансовый подход был уточнен сформулированным Г. Реммертом (1978) *принципом продукционной оптимизации*: отношение между первичной и вторичной продукцией (между продуцентами и консументами) соответствует принципу оптимизации — «рентабельности» биопродукции. Как правило, растения и другие продуценты дают биомассу достаточную, но не излишнюю, для потребления всем биотическим сообществом (с эволюционно определенным запасом, который обеспечивает надежность системы и обычно в 100 раз превышает потребление в экосистемах суши). При относительном «перепроизводстве» органического вещества биоценоз становится «нерентабельным», возникают предпосылки для массового размножения отдельных видов. После периода автоколебаний отношение «популяция — потребление» уравнивается, биоценоз стабилизируется, балансируются отношения между трофическими уровнями.

Именно благодаря экологическому дублированию, сдвигу в подвижном равновесии и снижению «рентабельности» ценоза возникают массовые размножения нежелательных в хозяйстве организмов. Монокультура в

сельском хозяйстве, однопородные и разновозрастные леса с «точки зрения» природы весьма мало рентабельны, неравновесны и поэтому «требуют исправления» массовыми организмами.

Все перечисленные закономерности саморегуляции ценозов обобщаются в виде *принципа стабильности*: любая относительно замкнутая биосистема с проходящим через нее потоком энергии в ходе саморегуляции развивается в сторону устойчивого состояния. Этот принцип характерен не только для ценозов нижнего уровня иерархии, но и для биосферы в целом. Об этом будет упомянуто в разд. 3.10. Еще раз мы кратко вернемся к принципу стабильности в конце разд. 3.8.3. Тут важно то, что ценоз стремится к нормальной «энергетической проводимости» с помощью механизмов, обобщенно сформулированных в правилах (принципах) экологического дублирования, эквивалентности, подвижного равновесия, продукционной оптимизации и, вероятно, других, еще не открытых исследователями.

Если принцип стабильности справедлив, то парадигма континуума получает еще одно ограничение, а парадигма организма — лишний аргумент своей справедливости. Правда, система может складываться и из ненадежных элементов — см. правило конструктивной эмерджентности (разд. 3.2.1).

Очевидно, возможно сформулировать и обобщающее *правило биоценологической надежности*: надежность ценоза зависит от его энергетической эффективности в данных условиях среды и возможностей структурно-функциональной перестройки в ответ на изменение внешних воздействий (материала для дублирования, межвидового и внутривидового, поддержания продукционной «рентабельности» и т. п.). Совершенно очевидно, что все эти характеристики ценозов сугубо индивидуальны, но вместе с тем аналогово формируются в сходных условиях среды (принцип эквивалентности). Это дает канву для понимания механизмов функционирования биоценозов, а в случае приложения к одному экологическому биокомпоненту или даже систематической группе, и к сообществу.

Энергетико-продукционные закономерности и способы сохранения экологического равновесия и надежности тесно связаны со структурой биоценозов (как и любых других систем). Попробуем сформулировать имеющиеся обобщения в этой области.

3.8.2. Структура и видовой состав биоценозов и сообществ

- Принцип континуума Л. Г. Раменского — Г. А. Глизна
- Принцип биоценологической прерывности
- Закон действия факторов А. Тинемана
- Принцип (правило) разнообразия условий биотопа А. Тинемана
- Принцип отклонения условий существования от нормы А. Тинемана
- Фитоценологические принципы П. Жаккара
- Правило приспособления (специализации) к экстремальным условиям Р. Крогеруса
- Принцип плотной упаковки Р. Макартура
- Правило обязательности заполнения экологических ниш
- Правило экотона, или краевого эффекта

Прежде чем говорить о структуре биоценоза, следует выяснить степень реальности образования таких системных совокупностей. В начале этого раздела уже упоминалась парадигма континуума. Она была сформулирована в виде *принципа континуума, или принципа Раменского — Глизна* (А. Г. Раменский, 1924; Г. А. Глизон, 1926): широкое перекрытие экологических амплитуд и рассосредоточенность центров распределения популяций вдоль градиента среды приводят к плавному переходу одного сообщества в другое, поэтому, как правило, не образуется строго фиксированных сообществ. Помимо уже упомянутого различия в исследуемом материале, парадигма континуума вошла в противоречие с парадигмой организма в силу того, что термин «сообщество» крайне неопределен и, как уже говорилось в сноске, не идентичен термину «биоценоз». Сообщество — это как бы объединение «по горизонтали», а биоценоз, имеющий эдификаторов, скорее объединение «по вертикали», иерархическое, хотя и сообщество, как синузия, сложено индивидуальными консорциями, и из них же состоит биоценоз. Как кажется, между парадигмами континуума и организма нет противоречий — они дополняют друг друга.

В рамках организмической парадигмы принципу континуума следует противопоставить *принцип биоценотической прерывности*: виды формируют экологически определенные системные совокупности — сообщества и биоценозы, — отличающиеся от соседних, хотя и сравнительно постепенно в них переходящие. Единство прерывности и непрерывности биотического покрова, «живого вещества» по В. И. Вернадскому, кажется настолько очевидным, что едва ли заслуживает более подробного анализа.

Распространение принципа действия законов минимума Ю. Либиха и близких к ним (разд. 3.5.2) на сообщества и биоценозы привело к формулированию *закона действия факторов А. Тинемана* (1926): состав сообщества и биоценоза по видам и численности особей в них определяется тем фактором среды, который оказывается в пессимуме (наиболее неблагоприятен) для данного сообщества или биоценоза. Селективное действие биотического ограничивающего фактора может преломляться через биосреды, поэтому действие закона А. Тинемана может быть не столь прямолинейно, как это следует из его формулировки.

Тот же А. Тинеман в 1939 г. сформулировал широко известные биоценотические принципы: *принцип (правило) разнообразия условий биотопа* — чем разнообразнее условия жизни в рамках биотопа, тем больше число видов в заселяющем его биоценозе; и *принцип отклонения условий существования от нормы* — чем больше отклонения условий существования от оптимума (нормы) в пределах биотопа, тем беднее видами становится заселяющий его биоценоз и тем относительно больше особей имеет каждый присутствующий вид. Число особей внутри вида и число видов в ценозе обратно пропорциональны. Во всем этом нетрудно убедиться, сравнивая ценозы тундры и тропических лесов.

Исходя из биоценотических принципов А. Тинемана, можно сделать вывод, что в оптимальных условиях внутрибиотическое межвидовое напряжение (конкуренция между видами) усиливается: каждый вид действует на другой как лимитирующий (или управляющий) фактор. В неблагоприятных условиях или условиях экологической монотонности число видов мало, и межвидовая конкуренция снижается. Эти взаимоотношения привлекли пристальное внимание биоэкологов. Были предложены индекс Фишера — Корбета — Вильямса (соотношения между числом видов и особей в ценозах) и уравнение Шеннона для вычисления степени упорядо-

ченности системы, или ее информированности. Расшифровка этих показателей не входит в наши планы (см. Ю. Одум. Основы экологии. М.: Мир, 1975. С. 186—187; или И. И. Дедю. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев: Гл. ред. Молд. Сов. Энциклопедии, 1989). Важно подчеркнуть, что биоценотические принципы А. Тинемана легли в основу конкретных методик расчетов видового разнообразия в биоценозах.

Первый из двух принципов А. Тинемана прямо следует из группы обобщений взаимосвязи организм — среда (разд. 3.5.1), второй со всей очевидностью связан с правилом (принципом) экологического дублирования: отклонения условий существования от оптимума приводят к видовому обеднению ценоза, энергетическая «проводимость» которого восстанавливается путем увеличения числа особей видов, сохраняющихся в составе ценоза.

П. Жаккар (1928) вышел за рамки конкретного биотопа и распространил в первом из своих *фитоценологических принципов* правило разнообразия условий на обезличенную территорию: видовое богатство территории пропорционально разнообразию экологических условий. Это одновременно экологический и биогеографический принцип. *Второй фитоценологический принцип П. Жаккара* состоит в том, что экологическое разнообразие возрастает с увеличением рассматриваемого пространства и падает с возрастанием однообразия условий. Едва ли эти принципы выходят за рамки обыденного восприятия мира и имеют глубокий научный смысл. Они автоматически учитываются как специалистами, так и всеми, кто обращается к природе. Тем не менее как эмпирическое обобщение принципы П. Жаккара заслуживают упоминания.

Столь же эмпирично и констатационно *правило приспособления (специализации) к экстремальным условиям р. Крогеруса* (1932): в биотопах с экстремальными условиями складываются биоценозы из строго специализированных (стенотопных) видов с относительно большим числом особей. Это правило уточняет второй принцип А. Тинемана (отклонение от нормы) и практически повторяет правило представительства рода одним видом А. Монара (разд. 3.7.1) о представительстве рода в однородных условиях и на ограниченной территории лишь одним видом. Акцент в правиле Р. Крогеруса сделан на общих экологических условиях, а в правиле А. Монара — на экологической нише.

Поскольку виды в сообществе и в биоценозе объединены общей судьбой, естественен *принцип плотной упаковки Р. Макартура*: виды, объединенные в сообщество (биоценоз, экосистему), используют все возможности для существования, предоставляемые средой, с минимальной (но не нулевой!) конкуренцией между собой и максимальной биологической продуктивностью в условиях данного конкретного места обитания (биотопа); при этом пространство заполняется с наибольшей плотностью. Из этого обобщения следуют и дополняют его ряд положений о взаимоприспособленности популяций внутри ценоза, рассмотренных в разд. 3.8.3, и вытекает *правило обязательности заполнения экологических ниш*: пустующая экологическая ниша всегда и обязательно бывает естественно заполнена. Народная мудрость сформулировала два постулата — «природа не терпит пустоты» и «в одной берлоге не могут ужитья два медведя». Эти два элементарных системных наблюдения как раз и реализуются в формировании биотических сообществ и биоценозов: экологические ниши всегда бывают заполнены, хотя на это иногда требуется значительное время, а согласно принципу конкурентного взаимоисключения Г. Ф. Гаузе (разд. 3.7.1), два вида не занимают одну и ту же экологическую нишу.

Число экологических ниш возрастает при пространственном переходе одного биоценоза в другой, поскольку это случается на границах биотопов, обладающих свойствами стыкующихся ценозов, нередко дающих не простую сумму, а новое системное качество. В таких маргинальных полосах возникают сгущения видов и особей, так называемый краевой эффект, или эффект опушки. *Правило экотона, или краевого эффекта*, и состоит в том, что на стыках биоценозов увеличивается число видов и особей, в них. На таких же контактах сообществ подобное увеличение как правило не наблюдается, что еще раз подчеркивает разницу между этими понятиями.

В этом разделе рассмотрены главным образом структуры ценозов и индивидуальные свойства видов в них, реализуемые в определенных условиях среды. Перейдем теперь к анализу биоценологических связей.

3.8.3. Биоценологические связи и управление

- Пять биоценологических постулатов (биоценологический порядок) В. Тишлера
- Правило взаимоприспособленности организмов в биоценозе К. Мебиуса — Г. Ф. Морозова
- Биоценологическое правило В. С. Ивлева
- Правило относительной внутренней непротиворечивости
- Принцип экологического высвобождения
- Принцип экологической компрессии
- Законы системы «хищник — жертва»
- Закон периодического цикла
- Закон сохранения средних величин
- Закон нарушения средних величин
- Правило монокультуры Ю. Одума
- Принцип коэволюции, или сопряженной эволюции П. Элиха — П. Равена
- Правило управляющего значения консументов Д. Джензена

Виды в биоценозе и сообществе находятся в весьма сложных связях между собой. Эти связи формируют целое, более или менее заметно чисто функционально отграниченное от остального животного покрова Земли. Системная взаимосвязь популяций видов в составе биоценозов и сообществ имеет обобщенные черты, названные В. Тишлером¹ «*биоценологическим порядком*». Автор выдвигает пять основных признаков этого порядка, которые я бы назвал *биоценологическими постулатами В. Тишлера*. Каждый из них заслуживает особого внимания.

Первый биоценологический постулат В. Тишлера: биоценологическая система возникает из сочетания готовых частей, а не в результате дифференциации внутренних зачатков. Этот постулат в открытой форме отрицает микроэволюцию внутри ценоза, однако в коротком интервале времени его можно принять: экологические ниши вырабатывают виды и их популяции, тогда как сами виды не есть производное конкретных сообществ и биоценозов, а общего эволюционного процесса, идущего на генетической основе, лишь ограничиваемой и стимулируемой экологическими условиями, часто внешними по отношению к ценозу (физический и химический мутагенез и т. п.). Сложение и эволюция ценозов происходят на основе готовых элементов, однако в длительном интервале времени эти биосистемы начинают формироваться на основе «эволюции многих эволюций» — изменений популяций, пищевых сетей, сообществ (синузий и консорций), биоценозов в целом. В связи с этим нельзя сказать, что рассматриваемые элементы не

¹ Tischler W. Synökologie der Landtiere. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, 1955.

принадлежат биоценозу как «внутренние зачатки» (ценопопуляции). Так что с одной стороны, действительно, система биоценоза может быть составлена готовыми элементами и потому принципиально восстановима в случае случайной гибели, а с другой стороны, потеря ценоэлементов и биоценоза в целом безвозвратна. Новый ценоз будет иным даже в составе того же биотопа, поскольку эволюция биоценоза необратима (разд. 3.11), а коэволюция в составе восстанавливаемого ценоза хотя и будет аналогична той, что шла в его предшественнике, но окажется качественно иной из-за изменения внешних условий и внутренних взаимодействий. Это изменение может быть достаточно заметным, экологические ниши иными, даже способны образоваться новые виды, скажем, вирусов (мы, как правило, рассматриваем крупнейших представителей флоры и фауны, забывая, что мир зиждется не только и не столько на них, сколько на микроорганизмах и ультрамикрорганизмах).

Второй биоценотический постулат В. Тишлера утверждает заменяемость частей ценоза и необязательную связь этих частей со всей системой, но лишь с общей основой их и ее существования — грубо говоря, с биотопом. Действительно, это так. Согласно правилу (принципу) экологического дублирования (разд. 3.8.1), могут быть различные варианты внутриценозных замен. Однако в ходе сукцессии (разд. 3.9.2) все же формируется биоценотический климакс, где общественные взаимодействия преобладают. Заменяемость частей ценоза относительна и в процессе сукцессии: как правило, она детерминирована в масштабах всего ценоза биотопом его развития. Конечно, лишь в случае моноклимакса. При возможности поликлимакса и потому различных путей развития сукцессионного процесса второй биоценотический постулат В. Тишлера приобретает большую определенность, хотя общесистемность ценоза никогда не следует исключать из поля зрения. Он составлен не из случайно возникших частей, а является выражением биоценотического процесса, идущего в данном конкретном месте биотического покрова планеты. Здесь снова проявляется связь детерминированных и недетерминированных процессов, нерасторжимость их прерывности и непрерывности в пространстве и во времени.

Опасность абсолютизации второго биоценотического постулата В. Тишлера в том, что может возникнуть иллюзия волюнтаристской заменяемости частей ценоза — «теоретическая основа» безоглядной преобразовательской деятельности в природе. Закономерности идущих замен в ценозах все же общесистемны для целого и подчиняются законам его функционирования.

Третий биоценотический постулат В. Тишлера: биоценоз как система поддерживается взаимной компенсацией сил благодаря антагонизму, а не координации составляющих его частей. Этот постулат, безусловно, отзвук дарвиновской теории естественного отбора и борьбы за существование. Как и большинство других постулатов В. Тишлера, доминанта антагонизма ограничено верна. Действительно, биоценоз — противоречивое единство «войны всех против всех». Но в то же время, если бы в основе лежала лишь прямая и косвенная конфронтация, не возникла бы система, которая зиждется на мутуалистских взаимоотношениях ассоциированных видов. Особи их могут быть антагонистичны друг другу, например, как хищники и жертвы или паразиты и хозяева, но между ними как экологическими подразделениями существуют отношения соревновательной взаимозависимости. Это особенно подчеркивается законом экологической корреляции (разд. 3.9.1), правилом внутренней непротиворечивости и правилом взаимоприспособленности Мебиуса — Морозова (см. ниже). Про-

тиворечивое единство борьбы за существование (не следует забывать фигуральности этого выражения) и косвенной взаимопомощи формирует биосистема. В некоторых случаях даже преобладает прямая «взаимопомощь», как в случае энтомофилии, зоохории и других близких явлений. Не будь одного члена ценоза, не существовал бы другой. Одна фаза сукцессии готовит фундамент для реализации другой, и хотя последующий ценоз вытесняет предыдущий, нельзя однозначно сказать, что существует лишь антогонизм между ними. Скорее, это соревновательная преемственность. К тому же в ней заложена, как в общей программе развития живого покрова, и возможность повторного образования аналогичного ценоза, ныне исчезающего, но потенциально могущего возродиться при возникновении условий для этой же фазы сукцессионного развития. Так что программа «взаимопомощи» биоценологических структур очень многообразна и имеет несколько перспективных линий (что не всегда может учесть редуccionистское в своей основе математическое моделирование процессов).

Существует лишь количественная, а не качественная способность к регуляции выпадающих компонентов биоценоза, — утверждает *четвертый биоценологический постулат В. Тишлера*. Это положение можно принять полностью, так как процессы дублирования количественно, а не качественно восстанавливают ценоз. К тому же микроэволюция все время его обновляет, меняет изначальные его качества.

Наконец, *пятый биоценологический постулат В. Тишлера* — ограничения функционирования системы обусловлены внешними условиями, а не внутренними предпосылками, — вновь диалектично противоречив. Эти внешние условия часто готовит сама биосистема. Тут, как кажется, слишком большой упор сделан на организмическую парадигму, преувеличена замкнутость ценоза. На самом деле он одновременно закрытая и открытая система. Вещественно-энергетически, а отчасти и биоценологически, он открыт (с той или другой степенью доступности), но вместе с тем обладает свойством динамического качества замкнутости (для чуждых видов), формирует свою биосреду, в нем определяются лимиты размножения тех или других видов (координируется их давление на среду). Вообще ценоз — саморазвивающаяся система, ограниченная внешними условиями и внутренними предпосылками. В связи с этим пятый биоценологический постулат скорее можно принять в такой формулировке: ограничения функционирования ценоза формируются в результате взаимодействия внешних и внутренних лимитов его развития.

Как уже было упомянуто, большая группа обобщений и их формулировок касается мутуалистических связей в ценозах. Еще в 1912 г. Г. Ф. Морозов сформулировал биоценологическое правило: «в природе не существует полезных и вредных птиц, полезных и вредных насекомых, там все служит друг другу и взаимно приспособлено» (Учение о лесе. 7-е изд. М.-Л.: 1949. С. 392). Известный наш лесовод опирался на учение В. В. Докучаева и работы К. Мебиуса — автора понятия биоценоза. Современная формулировка *правила взаимоприспособленности организмов в биоценозе К. Мебиуса* — Г. Ф. Морозова: виды в биоценозе приспособлены друг к другу настолько, что их сообщество составляет внутренне противоречивое, но единое и взаимно увязанное системное целое. Эта же формулировка подходит и для биотического сообщества в узком понимании термина, хотя взаимоотношения видов в сообществе еще в большей мере, чем в биоценозе, опосредованы факторами внешней среды: в чистом виде ни фитоценоз, ни зооценоз и т. п. в природе, как правило, не встречаются; впрочем, как и биоценоз в отрыве от биотопа. Пожалуй, лишь в аэробiosфере и теллурической биосфере могут быть чисто микробные ценозы.

Правило взаимоприспособленности организмов в биоценозе, биоцено- тические принципы А. Тинемана (разд. 3.8.2) и третий биоцено- тический постулат В. Тишлера углубляются *биоцено- тическим правилом В. С. Ив- льева* (1955): межвидовое напряжение гораздо значительней, чем во внутривидовых отношениях (между особями внутри вида). Это старый спор о внутривидовой и межвидовой борьбе за существование. Едва ли на ием, как на трюизме, следует акцентировать внимание. Многое зависит от места и времени, вообще условий реализации. Мне кажется, что подоб- ные сравнения научно мало корректны. Что важнее — этологические взаи- моотношения или отношения «хищник — жертва» — едва ли можно опре- делить математически, а если и можно, то в биоцено- тическом смысле еди- ных системных связей роль любых факторов может быть признана функ- ционально и эволюционно равнозначной.

Важнее *правило относительной внутренней непротиворечивости*: в естественных экосистемах (и прежде всего в их биотических компонентах, составляющих биоценозы) деятельность входящих в них видов направ- лена на поддержание этих систем как среды собственного обитания. Это правило было сформулировано автором в 50-х гг. во время исследова- ния роли позвоночных животных в жизни леса. Выше оно соотнесено с популяциями как правило сохранения видовой среды обитания (разд. 3.6). Здесь мы обращаем внимание на то, что не только один вид (его популя- ция), но и их сообщество подчинено аналогичной закономерности.

Действительно, было бы очень странно, если бы виды, входящие в био- ценоз, разрушали среду своего обитания. Кажется, это доступно лишь человеку, способному к прямому и косвенному самоуничтожению путем уничтожения природной среды своей собственной жизни. Самоубийствен- ная «политика» видов алогична, а потому эволюционно абсурдна. Факти- чески она направлена на поддержание среды, пригодной для жизни их по- томства (даже в среде «разумных» хищников и паразитов). Это не значит, что растения индивидуально не создают вблизи себя условий, абсолютно не пригодных для развития собственного подростка, а хищники не поедают своего потомства (например, у рыб щуки могут питаться исключительно своим потомством). Суммарный процесс в относительно коротких интер- валах времени направлен на создание и поддержание того ценоза, куда входит рассматриваемый вид. Правило относительной внутренней не- противоречивости подчеркивает справедливость правила К. Мебиуса — Г. Ф. Морозова. Первое из них приобретает особый смысл именно своей относительностью. В длительном интервале времени с накоплением проти- воречий в развитии ценоза, особенно в изменении им окружающей его среды — в абиотических компонентах и почвах — снижается степень его замкнутости, проникают чуждые для него виды, которые начинают раз- рушать сложившуюся цено- тическую структуру, а в ходе преемственности сукцессионного процесса возникает новый ценоз. И в это время часть видов активно разрушает прошлую, уходящую среду, иногда даже своего собственного обитания. Межцено- тические взаимоотношения складываются на основе межвидовых и внутривидовых связей.

Возвращаясь к биоцено- тическим принципам А. Тинемана и вопросам конкуренции в целом, а также проблемам экологического дублирования в связи с сукцессией, следует упомянуть о явлении экологического заме- щения видов и их взаимного конкурентного исключения, в конечном ито- ге основанного на теореме Г. Ф. Гаузе (см. принцип конкурентного исклю- чения Г. Ф. Гаузе, разд. 3.7.1). В связи с этим важны два принципа взаи- мосвязи числа видов и их жизненного благополучия. Первый из них — *принцип экологического высвобождения*: при удалении из данного сооб-

щества (биоценоза) части популяции одного вида другой, близкий к нему вид, увеличивается в числе. Причина ясна: он получает доступ к дефицитному ресурсу, а в энергетическом смысле — лучшие условия для дублирования своего экологического аналога. Второе обобщение — *принцип экологической компрессии*: увеличение числа видов лимитирует возможность проникновения их в большое число местообитаний одновременно снижает число особей в каждом из видов. И наоборот, множественность видов ограничена способностью их внедрения в новые местообитания. Здесь мы вспоминаем эти закономерности для того, чтобы подчеркнуть их значимость для процессов управления в ценозах.

Эта проблема очень слабо исследована. Наиболее известны законы системы «хищник — жертва» и соответствующие уравнения А. Лотки — В. Вольтерры, как уже упомянуто ранее, предложенные ими независимо друг от друга в 1925 и 1926—1931 гг. На эти уравнения буквально набросились прикладные математики экологического направления. Они породили огромную литературу. Еще в начале 30-х гг. выраженная ими закономерность была экспериментально проверена Г. Ф. Гаузе (1934), получившего опытные доказательства справедливости уравнения А. Лотки — В. Вольтерры. Последний сформулировал три закона системы «хищник — жертва». *Закон периодического цикла*: процесс уничтожения жертвы хищником нередко приводит к периодическим колебаниям численности популяций обоих видов, зависящим только от скорости роста популяций хищника и жертвы и от исходного соотношения их численностей. *Закон сохранения средних величин*: средняя численность популяции для каждого вида постоянна независимо от начального уровня при условии, что специфические скорости увеличения численности популяций, а также эффективность хищничества постоянны. *Закон нарушения средних величин*: при аналогичном нарушении популяций хищника и жертвы (например, рыб в ходе промысла пропорционально их численности) средняя численность популяции жертвы растет, а популяции хищника падает.

Обобщения А. Лотки, В. Вольтерры и Г. Ф. Гаузе относительно недавно, в 1973 г., были дополнены *теоремой Л. Р. Гинзбурга*: успешность сосуществования двух и более видов (их популяций) определяется не их начальной численностью, а относительными коэффициентами конкуренции. Были предложены многие другие модификации уравнений, характеризующих отношение типа «хищник — жертва», «потребитель — корм», «паразит — хозяин». Эти модификации практически не изменили сути и логики трех законов, сформулированных В. Вольтеррой.

Хотя выявленные закономерности едва ли могут проявляться в чистом виде в реальных природных условиях, где, как правило, нет парных взаимоотношений хищника и жертвы, а существуют пищевые сети и цепи, законы системы «хищник — жертва» имеют не только академическое значение. Они успешно используются на практике. В роли «хищника» может выступать и растительноядное существо. Это придает выявленным закономерностям более широкий смысл отношений в системе «потребитель — корм». Для хозяйственной деятельности особенно велико следствие из законов «потребитель — корм» — *правило монокультуры*: «эксплуатируемые для нужд человека системы, представленные одним видом, равно как и системы монокультур (например, сельскохозяйственные монокультуры), неустойчивы по своей природе» (Ю. Одум. Основы экологии. М.: Мир, 1975. С. 290).

Пагубность монокультур «учтена» природой. Более того, ею выработана стратегия сохранения гомеостаза на основе поддержания разнообразия и взаимозависимости членов биоценоза. Один из путей реализации

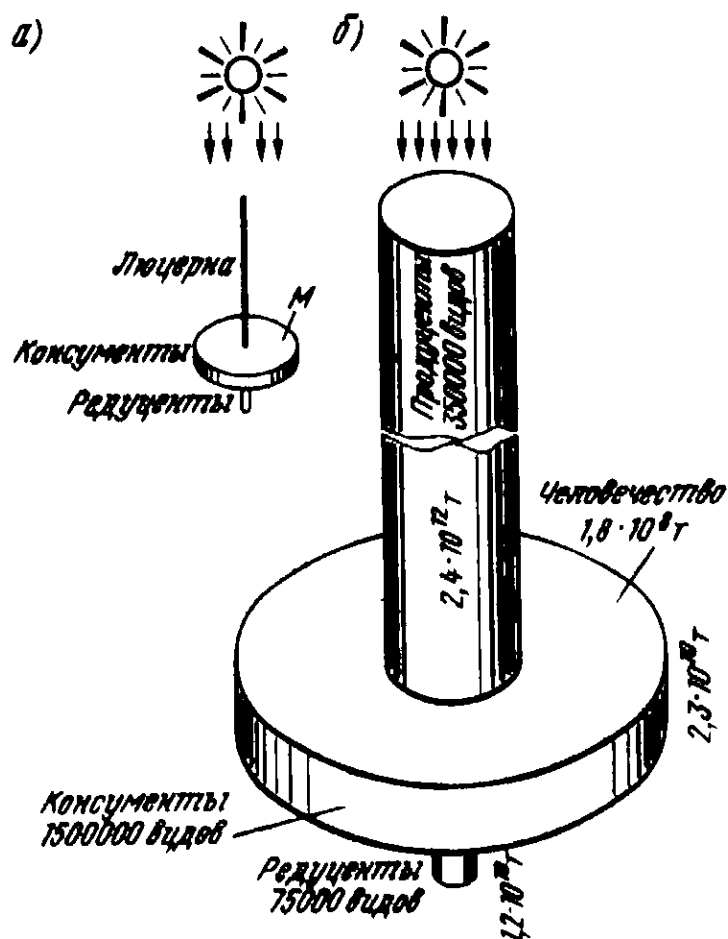


Рис. 3.7. Волчок жизни — схема, иллюстрирующая управляющее и стабилизирующее значение консументов в экосистеме: а — биосфера в целом; б — упрощенная модельная экосистема по Ю. Одуму: люцерна — телята — мальчик (М) с включением других консументов и редуцентов. Диаметр колес (цилиндров) — число видов, толщина колес (высота цилиндров) — биомасса

такой стратегии отражает принцип сопряженной эволюции, или *теория сопряженной эволюции П. Эрлиха и П. Равена*, называемая также *принципом коэволюции*: случайное функциональное изменение жертв (потребляемого растения) ведет к закономерному изменению свойств хищников (потребителей), что в свою очередь стимулирует разнообразие как первых, так и вторых. В этом процессе принимают участие генетические механизмы (например, генетически возникший защитный механизм растения вызывает мутагенный взрыв формообразования у потребителя, а приспособившийся вид потребителя, освободившийся от конкурентов, также дает подобный взрыв; в увеличившемся разнообразии форм появляется широкое поле для новых мутаций и последующих лавинообразных эволюционных изменений). Однако в коротком интервале времени важны не столько эволюционные процессы, сколько взаимосвязь групп из различных слоев экологической пирамиды. Принцип сопряженной эволюции намекает на то, что должна быть закономерность управления не только на парном, но и на групповом уровне и даже в масштабах всего ценоза.

В биоценозах существуют виды, доминирующие по массе и развитию. Они как правило играют роль средообразователей. Есть и группа эдификаторов, которая не всегда совпадает с массовыми доминантами. Пирамида числа видов в рамках такой же экологической пирамиды поражает чрезвычайной множественностью организмов-консументов. Нами была предложена графическая модель волчка (рис. 3.7) для отражения той закономерности, что консументы служат управляющим звеном (баланси́ром волчка) в системе биоценоза. Именно они порождают спектр разнообразия в ценозе, препятствуя монополии доминантов. Это хорошо иллюстрируют массовые размножения так называемых вредителей на полях монокультуры и в моновидовых и к тому же омоложенных лесных насаждениях. Эти факты дали основу для теории Д. Джензена (1966, 1970)¹, что растительноядные организмы, снижая массу видов-доминан-

¹ В доступной литературе см.: Р. Риклефс. Основы общей экологии. М.: Мир, 1979. С. 332—335.

тов, дают простор для видов с менее выраженными доминантными свойствами. Это *правило управляющего значения консументов*, видимо, достаточно фундаментально.

Поскольку управляющая система, согласно кибернетическим воззрениям, должна быть сложнее по структуре, чем управляемая, становится ясна причина множественности видов консументов.

Возвращаясь к принципу стабильности (разд. 3.8.1), нетрудно заметить, что управляющее значение консументов имеет энергетическую подоснову. При этом поток энергии, проходящий через тот или другой трофический уровень, никак не может абсолютно определяться наличием пищи в нижележащем трофическом уровне. Как известно, всегда остается достаточный «запас» (см. закон пирамиды энергий, разд. 3.8.1). Логически очевидно, что иначе быть не может, поскольку полное уничтожение корма вело бы к гибели потребителей. Это было уже сказано в разделе 3.6 при анализе популяционных процессов (правило пищевой корреляции, правило автоматического предохранения среды обитания). Те же общие закономерности наблюдаются и в рамках сообществ, уровней экологической пирамиды, биоценозов в целом. Управляющее воздействие вышележащего уровня экологической пирамиды несомненно, хотя его и не следует абсолютизировать.

Увлечение уравнениями А. Лотки — В. Вольтерры и связанными с ними теориями хищничества привели к заключению, что именно хищники, определяя число растительноядных животных, в конечном итоге регулируют и плотность растительного покрова. Р. Риклефс в упомянутой работе остроумно заметил, что, дойдя до конца пищевой цепи, мы столкнемся с хищниками высокого порядка, на которых никто не охотится и которые, таким образом, не являются жертвами. Кто регулирует их число?

При всей остроумности этого замечания, оно логически ограничено лишь линией хищничества, тогда как еще имеется линия паразитизма, включая инфекционные заболевания, которых, опять же как известно, не минуют и хищники самого высокого порядка. И на них находится «управа». Это не значит, что следует игнорировать наличие корма, вообще обратное управляющее воздействие нижележащего уровня экологической пирамиды. Именно прочные, хотя и динамично сложившиеся обратные связи управляют ценозами, придают им внутреннюю стабильность, а при нарушениях — и устойчивость к внешним воздействиям, способность вернуться в гомеостатическое состояние.

3.9 ЭКОСИСТЕМНЫЕ ЗАКОНЫ

Провести четкую грань между биоценозом, всегда занимающим какой-то определенный биотоп, и экосистемой, представляющей единство биоценоза и биотопа, довольно трудно. Распределение экологических обобщений, касающихся этих двух классов образований, по «ячейкам» параграфов весьма условно. Вновь начать приходится с определения понятий, их объема и смысла. Помимо известных концепций экосистемы А. Тенсли (1935) и биогеоценоза В. И. Сукачева (1940) была выдвинута точка зрения или, скорее, сформулировано правило Ф. Эванса (1956), предложившего использовать термин «экосистема» абсолютно «безразмерно» для обозначения любой надорганизменной живой системы, взаимодействующей с окружением. С точки зрения общей теории систем такой подход вполне логичен, однако семантически многие авторы термину «экосистема» придали значение именно биогеоценоза, т. е. элементарной эко-

системы, и одновременно более высоких по иерархии надбиогеоэценологических образований вплоть до экосистемы биосферы. Подразделения по иерархии более низкие для группового наименования не получили общепринятого обобщающего термина. Видимо, их можно называть биосистемами, что, вероятно, лучше, чем обозначать их термином организм (надорганизм), фактически рекомендованным в «Биологическом энциклопедическом словаре» (см. главу 1). Однако такое обозначение использовать непросто — в главе 2 (табл. 2.1) биосистемами названы образования от организма до популяции, экобиосистемами — от особи до экологической пирамиды внутри существенной части биоценоза — его парцеллы, а образования биоэценологического ряда вообще пока не поддаются обобщению в виде одного понятия, если не принять термин биоэценосистемы. Очевидно, предыдущий раздел 3.8 был в основном посвящен закономерностям именно в таких биоэценосистемах, тогда как раздел 3.7 оказался «сборным», поскольку там шла речь о географических, т. е. пространственных закономерностях в рамках различных систем природы. Логичнее было бы рассматривать закономерности в пределах одного уровня иерархии систем, как это сделано в разделах 3.4, 3.5 и 3.6, а отчасти и 3.8, но это не всегда удается в силу логической связи обсуждаемых обобщений и функциональной общности самих экологических образований. Выделить законы функционирования только для уровня элементарной экосистемы — биогеоэценоза — едва ли возможно. Поэтому граница между разделом 3.9 и следующим, посвященным закономерностям, характерным для биосферы, условна и проходит главным образом по такой характеристике биосферы как глобальность и большая условная замкнутость (при термодинамической открытости). Другие же экосистемы Земли вещественно почти не замкнуты, что налагает на действующие в них закономерности ряд ограничений.

3.9.1. Структура и функционирование экосистем

- Принцип экологической комплементарности (дополнительности)
- Принцип экологической конгруэнтности (соответствия)
- Принцип (закон) формирования экосистемы, или связи биотоп — биоэценоз
- Закон однонаправленности потока энергии
- Закон внутреннего динамического равновесия
- Закон экологической корреляции
- Правило оптимальной компонентной дополнительности
- Принцип экологической (рабочей) надежности
- Принципы видовой обедненности

Сложение экосистем в значительной мере зависит от их функциональной «предназначенности» и наоборот. Это банальное замечание сделано для того, чтобы настроить на восприятие *принципа экологической комплементарности (дополнительности)*: никакая функциональная часть экосистемы (экологический компонент, элемент и т. п.) не может существовать без других функционально дополняющих частей. Происходит это в силу того, что каждая подсистема связана с другими согласно общему принципу дополнительности (разд. 3.2.5) и группе закономерностей сложения систем (см. закон необходимого разнообразия, закон полноты составляющих, правило конструктивной эмерджентности и др. в разд. 3.2.1). Например, любой организм поглощает (ассимилирует) из внешней среды одни вещества и выделяет в нее продукты своей жизнедеятельности (диссимиляции). Если бы не было дополняющих видов, использующих продукты

диссимиляции и восстанавливающих их до продуктов ассимиляции, через какой-то промежуток времени необходимые ресурсы жизни для организма были бы исчерпаны. Сходный принцип наблюдается и в эволюции любых систем (см. правило системно-динамической комплементарности в разд. 3.2.1).

На основе эмпирических данных можно сформулировать близкий к предыдущему и расширяющий его *принцип экологической конгруэнтности (соответствия)*: функционально дополняя друг друга, живые составляющие экосистемы вырабатывают для этого соответствующие приспособления, скоординированные с условиями абиотической среды, в значительной мере преобразуемой теми же организмами (биоклимат и т. п.). То есть наблюдается двойной ряд соответствия — между организмами и ими и средой их обитания — внешней и создаваемой ценозом. Действительно, скажем, виды, составляющие экосистемы пустыни, с одной стороны приспособлены к ее климатическим и другим абиотическим условиям, а с другой к среде экосистемы и к друг другу. То же характерно для организмов любого биома и другого более низко или высоко стоящего в иерархии систем подразделения биосферы.

Ю. Н. Куражсковский в упомянутой в разд. 3.2.3 книге на с. 93 формулирует четвертый закон жизни: «постоянное существование организмов в любом ограниченном пространстве возможно только в экологических системах, внутри которых отходы жизнедеятельности одних видов организмов утилизируются другими видами». Несколько видоизменяя смысл этого обобщения, предлагается принять формулировку очень близкого *принципа (закона) формирования экосистемы* (функционально-пространственной экологической целостности, связи биотоп — биоценоз): длительное существование организмов возможно лишь в рамках экологических систем, где их компоненты и элементы дополняют друг друга и соответственно приспособлены друг к другу. Это обеспечивает воспроизводство среды обитаний каждого вида и относительно неизменное существование всех экологических компонентов. Совершенно очевидно, что принцип формирования экосистемы есть суммарное отражение принципа экологической комплементарности (дополнительности) и принципа экологической конгруэнтности (соответствия). Очевидна его связь со всей группой правил сохранения среды обитания — видовой (разд. 3.6), на уровне биоценоза (относительной внутренней непротиворечивости — разд. 3.8.3) и биосферы (разд. 3.10).

В разделе 3.2.3 при обсуждении закона (принципа) «энергетической проводимости» уже упоминался второй экологический закон, по Ю. Н. Куражсковскому, «закон сохранения жизни: жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потока вещества, энергии и информации. Прекращение движения в этом потоке прекращает жизнь». Скорее, это общий диалектический постулат или, уже, действительно закон жизни, а не только экологии, хотя он справедлив и для любых экологических образований и вообще многих природных систем, даже непосредственно не связанных с живым.

Более специфичен для экологических и биоценологических систем *закон односторонности потока энергии*: энергия, получаемая сообществом (экосистемой) и усваиваемая продуцентами, рассеивается или вместе с их биомассой передается консументам первого, второго и т. д. порядков, а затем редуцентам с падением потока на каждом трофическом уровне в результате процессов, сопровождающих дыхание. Поскольку в обратный поток (от редуцентов к продуцентам) поступает ничтожное количество изначально вовлеченной энергии (не более 0,25, максимум 0,35%), гово-

речь о «круговороте энергии» нельзя. Существует лишь круговорот веществ, поддерживаемый потоком энергии.

Из закона однонаправленности потока энергии, конечно, с учетом ее рассеивания, а потому «бокового» использования в соседних экосистемах, и того обстоятельства, что энергия приходит в экосистему не только непосредственно от Солнца, но и опосредованно через вещественные абиотические экологические компоненты (атмосферу, воду, субстраты), вытекают многочисленные следствия и прежде всего правило (принцип) экологического дублирования (разд. 3.8.1), а также практически все другие обобщения, сведенные в упомянутом разделе. Однонаправленность потока энергии формирует в экосистемах относительно замкнутый круговорот веществ. Закономерности распространения информации также связаны с потоком энергии и перемещением вещества, но они пока еще мало изучены. Видимо, здесь большую роль играют горизонтальные связи между экосистемами, хотя информационные сети явно гуще и лучше налажены в пределах образований каждого уровня их иерархии. Пока еще поле обобщений в области экоинформатики почти не возделано. Тут непочатый край работы для специалистов.

Эмпирически более ясен вопрос о взаимоотношении энергии, вещества и информации внутри экосистем и отношении этого взаимодействия к их динамическим качествам. В начале 70-х гг. автором¹ был сформулирован закон *внутреннего динамического равновесия*, а затем четыре основных следствия из него. Формулировка закона: вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем (в том числе экосистем) и их иерархии взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально-структурные количественные и качественные перемены, сохраняющие общую сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств систем, где эти изменения происходят, или в их иерархии.

Действие закона внутреннего динамического равновесия совершенно четко связано с законом однонаправленности потока энергии. Именно ограниченность этого потока и специфические свойства формируют всю массу связей в экосистеме в их разнообразии. Поэтому и соблюдается экологический аналог законов сохранения массы и энергии (разд. 3.2.3).

Справедливость закона внутреннего динамического равновесия доказывается всей практикой ведения хозяйства и особенно характером региональных экологических катастроф типа сахельской, приаральской, азовской, кара-богазской, бассейнов Белого и Баренцева морей, волжско-каспийской и других. Этот закон — одна из основных путеводных нитей в управлении природопользованием, впрочем, нитей, долго игнорировавшихся.

Важные для практики следствия из закона внутреннего динамического равновесия приведем в том же порядке, что в словаре-справочнике «Природопользование»:

1. Любое изменение среды (вещества, энергии, информации, динамических качеств экосистем) неизбежно приводит к развитию природных цепных реакций, идущих в сторону нейтрализации произведенного изменения или формирования новых природных систем, образование которых при значительных изменениях среды может принять необратимый характер

¹ Реймерс Н. Ф. Эколого-социально-экономические основы системной теории преобразования природы // Методологические основы теории преобразования биосферы. Тез. к всеобщему совещанию. Свердловск, 1975. С. 88—90.

(см. 3-е следствие обсуждаемого закона и принцип Ле Шателье — Брауна в разд. 3.2.3).

2. Взаимодействие вещественно-энергетических экологических компонентов (энергия, газы, жидкости, субстраты, организмы-продуценты, консументы и редуценты), информации и динамических качеств природных систем количественно нелинейно, т. е. слабое воздействие или изменение одного из показателей может вызвать сильные отклонения в других (и во всей системе в целом). Например, малое отклонение в составе газов атмосферы, ее загрязнение окислами серы и азота вызывают огромные изменения в экосистемах суши и водной среды. Именно оно привело к возникновению кислотных осадков, а с ними к деградации и гибели лесов в Европе и Северной Америке, обезрыблению озер Скандинавии, нарушению циклов развития морских организмов, личиночные стадии которых проходят на мелководьях. Столь же абсолютно незначительное изменение концентрации CO_2 ведет к возникновению тепличного эффекта, а комплекс малых перемен формирует массовые размножения организмов.

3. Производимые в крупных экосистемах изменения относительно необратимы — проходя по их иерархии снизу вверх, от места воздействия до биосферы в целом, они меняют глобальные процессы и тем самым переводят их на новый эволюционный уровень (согласно закону необратимости эволюции Л. Долло — см. разд. 3.2.2).

4. Любое местное преобразование природы вызывает в глобальной совокупности биосферы и в ее крупнейших подразделениях ответные реакции, приводящие к относительной неизменности эколого-экономического потенциала (правило «тришкина кафтана»), увеличение которого возможно лишь путем значительного возрастания энергетических вложений (согласно закону снижения энергетической эффективности природопользования — см. разд. 3.14). Искусственный рост эколого-экономического потенциала ограничен термодинамической (тепловой) устойчивостью природных систем (см. закон одного процента в разд. 3.11).

Пока изменения среды слабы и произведены на относительно небольшой площади, они или ограничиваются конкретным местом, или «гаснут» в цепи иерархии экосистем. Но как только перемены достигают существенных значений для крупных экосистем, например, происходят в масштабах больших речных бассейнов или в размерах, ограниченных правилами одного и десяти процентов (разд. 3.11), они приводят к существенным сдвигам в этих обширных природных образованиях, а через них, согласно 2-му следствию из обсуждаемого закона, и во всей биосфере Земли. Будучи относительно необратимыми (3-е вышеприведенное следствие), изменения в природе в конечном итоге оказываются и трудно нейтрализуемыми с социально-экономической точки зрения: их выправление требует слишком больших материальных средств и физических усилий. Иногда возникает даже ситуация «чем больше пустынь мы превратим в цветущие сады, тем больше цветущих садов мы превратим в пустыни». При этом в силу нелинейности процессов (следствие 2) опустынивание по темпам значительно опережает создание «цветущих садов» и теоретически не может не опережать, поскольку такое создание базируется на нарушении компонентного равновесия в экосистемах.

Сдвигая динамически равновесное (квазистационарное) состояние природных систем с помощью значительных вложений энергии (например, путем распашки и других агротехнических приемов), люди нарушают соотношение экологических компонентов, достигая увеличения полезной продукции (урожая) или состояния среды, благоприятного для жизни и деятельности человека. Если эти сдвиги «гаснут» в иерархии природных

систем (от элементарных до биосферы и экосферы планеты в целом) и не вызывают термодинамического разлада, положение благоприятно, или, во всяком случае, терпимо. Однако излишнее вложение энергии и возникающий в результате вещественно-энергетический разлад ведут к снижению природно-ресурсного потенциала вплоть до опустынивания территории, происходящего без компенсации: вместо цветущих садов возникают пустыни.

В связи с нелинейностью, неполной пропорциональностью взаимоотношения компонентов и возникновением цепных природных реакций ожидаемый при преобразовании природы эффект может не возникнуть или оказаться многократно более сильным, чем желательно. В первом случае местная реакция как бы начнет «скользить» по иерархии природных систем, «растворяться» в ней и, достигнув уровня всей биосферы или ее крупных подразделений, «исчезнет» (она становится неизмеряемой при наших возможностях распознавания перемен в природе). Во втором случае, наоборот, надсистемы усиливают процесс «сверху вниз», он делается острее, заметнее. Это заставляет при проектировании природопользовательских акций рассматривать не только местные вещественно-энергетические балансы, но учитывать вероятные изменения в надсистемах. В противном случае игнорирование обсуждаемого закона приводит к ошибкам в природопользовании.

Прямым следствием закона внутреннего динамического равновесия является более узкий по смыслу *закон экологической корреляции*: в экосистеме, как и в любом другом целостном природно-системном образовании с участием живого, все входящие в нее виды живого и абиотические экологические компоненты функционально соответствуют друг другу. Выпадение одного элемента системы, например, исчезновение вида, неминуемо ведет к исключению всех тесно связанных с этим элементом системы других ее частей и функциональному изменению целого в рамках внутреннего динамического равновесия. При этом выпадение элемента может вести и к включению нового блока, т. е. исключению с положительным, а не отрицательным знаком — внедрению в экосистему нового вида или их группы всегда вместе с их консорбентами. Действие закона экологической корреляции ведет к скачкообразным изменениям экологической устойчивости: при достижении порога изменения функциональной целостности происходит часто неожиданный срыв — экосистема теряет свойство надежности. Например, многократное увеличение концентрации загрязняющего вещества может не приводить к заметным последствиям, но затем ничтожная его прибавка приведет к катастрофе. В данном случае возникает экологический вариант закона «все или ничего» Х. Боулича (разд. 3.5.2). Загрязнитель, воздействуя на наименее устойчивые организмы и меняя цепь природных реакций, вызывает срыв в экологической корреляции, и экосистема начинает разрушаться как бы изнутри, т. е. саморазрушаться при минимальном изменении силы внешнего фактора.¹

Следствием закона экологической корреляции является *правило оптимальной компонентной дополненности*: никакая экосистема не может самостоятельно существовать при искусственно созданном значительном и перманентном избытке или недостатке одного из экологических компонентов. «Нормой» экологического компонента следует считать ту, которая обеспечивает экологическое равновесие определенного типа, позволяющее функционировать именно той экосистеме, которая эволюционно сложилась

¹ Возможно, именно таков один из механизмов нарушения действия принципа Ле Шателье — Брауна в современной биосфере (разд. 3.2.3).

и соответствует балансу в природной надсистеме и всей иерархии природных систем на данной единице пространства (в конкретном биотопе).

Длительное изменение количества и качества одного из экологических компонентов ведет к замене одной экосистемы другой, при этом не всегда хозяйственно желательной. Как правило, природные изменения экологических компонентов бывают непродолжительными и не выходят за рамки нормы реакции экосистемы. Искусственные же изменения нередко бывают перманентными, отнюдь не всегда соотносены с выносливостью экосистем и часто приводят к их деградации.

В экологии одним из самых запутанных вопросов является соотношение между сложностью (разнообразием видов) и устойчивостью (надежностью) биотических сообществ и экосистем. Предложены сотни моделей математической интерпретации этих зависимостей. Однако многие экологи¹ обращают внимание на отсутствие прямых и постоянных связей между разнообразием и надежностью, включая устойчивость экосистем. Р. Риклефс указывает на то, что «экологи удивительно невежественны во всем, что касается устойчивости природных систем» (с. 394) и формулирует «один из основных экологических принципов: эффективность сообщества и его стабильность возрастают прямо пропорционально той степени, в которой составляющие его популяции в процессе эволюции приноровились друг к другу» (с. 335).

К этому заключению следует добавить, что в экосистемах соответствие необходимо не только между популяциями, но и экологическими компонентами, а также между данной экосистемой и ее положением в надсистеме, всей их иерархии. Попытки найти парные связи в одних случаях успешны, в других — нет, и это вполне естественно в сложных иерархически построенных совокупностях, какими являются экосистемы.

Исходя из данных, накопленных экологией, с учетом вышеприведенных обобщений возможно сформулировать *принцип экологической (рабочей) надежности*: эффективность экосистемы, ее способность к самовосстановлению и саморегуляции (в пределах естественных колебаний) зависит от ее положения в иерархии природных образований (краевое, маргинальное, положение невыгодно), степени взаимодействия ее компонентов и элементов (их экологической комплементарности, конгруэнтности, характера динамического равновесия, экологической корреляции и оптимальности в компонентной дополнителности), а также от частных приспособлений организмов (размеры, продолжительность жизни, скорость смены поколений, отношение продуктивности к биомассе и т. п.), составляющих биоту экосистемы. Разнообразие, сложность и другие морфологические черты экосистемы имеют неодинаковое значение и подчинены степени ее эволюционной и сукцессионной зрелости. Если снижение разнообразия приводит к резкому дисбалансу в «притертости» частей экосистемы, а это случается достаточно часто, то упрощение системы чревато заметным снижением ее надежности. Эти качественные изменения не могут уловить количественные модели. В связи с этим нет взаимопонимания между «классическими» экологами и эколого-математиками. Как правило, быстро развивающиеся (кратковременно-производные), сравнительно недавно нарушенные экосистемы оказываются надежнее климаксовых из-за повышенной устойчивости к внешним воздействиям (это свойство было ранее шутливо определено нами как «за битого двух небитых дают»).

Сформулированное обобщение в свете имеющихся данных кажется

¹ См., например: Рифлекс Р. Основы общей экологии. М.: Мир, 1979. 424 с.

очевидным. Однако привести лаконичный пример его реализации довольно трудно, можно апеллировать лишь к монографиям по экологии и знаниям читателей. Сам поиск прямых связей между сложностью экосистемы и ее надежностью кажется данью упрощенному мышлению технократического типа. В сноске раздела 3.3 уже упоминалось, что «простота» любой биосистемы лишь иллюзия. На самом деле мы имеем дело с квазипростыми образованиями с высокой степенью сложности. Элементарный редукционизм в этом случае недопустим. Можно говорить лишь об общих тенденциях, всегда учитывая специфику каждого из рассматриваемых образований.

Раздел закончим сборным обобщением *принципов видовой обеднения*, тесно связанных со всеми изложенными выше теоремами. Сформулированы следующие принципы:

1) *консорционной целостности*: с исчезновением из экосистемы вида, образующего консорцию, исчезают и многие консорбенты, не входящие в другие консорции той же или другой территориально и функционально близкой экосистемы (принцип «никто не гибнет в одиночку»);

2) *биологического замещения*: вновь внедрившийся в экосистему вид всегда, вырабатывая свою экологическую нишу, сужает возможности менее конкурентоспособных видов и тем ведет к их исчезновению или лишь слегка видоизменяет экологические ниши функционально близких видов, создавая предпосылки для сокращения их численности или, наоборот, массового размножения («принцип незваного гостя»); при этом меняется все сообщество, включая даже как будто не связанные с внедрившимся видом формы (в силу смещения общего экологического равновесия);

3) *смены трофических цепей (сетей)*: исчезнувшая трофическая цепь (сеть) видов сменяется цепью (сетью) эколого-энергетических аналогов, что позволяет экосистеме усваивать и перерабатывать поступающую извне энергию. Этот принцип вытекает из правила экологического дублирования (разд. 3.8.1) и кратко звучит: «экосистема не терпит пустоты»;

4) *неопределенности хозяйственного значения смены видов*: при замене трофических цепей (сетей) вновь проникающие в экосистему (в редких случаях возникающие в ней) виды могут быть как желательными, так и нежелательными в хозяйственном и медицинском отношении (принцип «старый друг лучше новых двух»).

Перечисленные принципы имеют большое практическое значение и тесно связаны с тем, что будет сказано о законах природопользования в разд. 3.14. Вместе с тем они как бы перебрасывают мостик от структурно-функциональных свойств экосистем к их динамике.

3.9.2. Динамика экосистем

- Принцип сукцессионного замещения
- Теория мозаичного климакса
- [Закон последовательности прохождения фаз развития] (разд. 3.2.2)
- Закон сукцессионного замедления
- Правило максимума энергии поддержания зрелой экосистемы, или правило Г. Одумма и Р. Пинкертонна
- Принцип «нулевого максимума», или минимизации прироста в зрелой экосистеме
- Принцип «сукцессионного очищения», или стабилизации и минимизации видового состава климакса
- Правило увеличения замкнутости биогеохимического круговорота веществ в ходе сукцессии
- Правило сукцессионного мониторинга, или степени завершенности сукцессии
- Закон эволюционно-экологической необратимости

Сложение экосистемы — динамический процесс. Ее формируют виды, дополняющие друг друга и соответствующие другим видам и условиям среды — сами по себе и в складывающейся совокупности. При этом происходит выработка экологических ниш — функциональное размежевание в возникающем множестве или его дополнение при малом разнообразии. На жизнепригодном субстрате биотические сообщества последовательно формируют закономерный ряд экосистем, ведущий к наиболее устойчивой в данных условиях климаксовой в чисто природных условиях или узловой при природно-антропогенном режиме фазе. В этом смысл *принципа сукцессионного замещения*. При антропогенном или зоогенном поддержании какой-то из фаз сукцессии возникают параклимаксы. Спор о возможности поликлимаксов кажется чисто умозрительным. В строго определенных условиях возможен только моноклимакс. Если возникают различные варианты климакса — поликлимакс, значит, наблюдаются отклонения в среде обитания. Столь категорическое утверждение следует из парадигмы детерминированности развития. Оно всегда однонаправленно согласно значительному блоку общесистемных закономерностей (см. разд. 3.2.1—3.2.5), а также обобщениям, приведенным в разд. 3.9.1.

Сказанное не означает, что регионально не существует мозаика климаксовых экосистем, обусловленная топографическими, геоморфологическими и другими условиями среды. Именно такая мозаика лежит в основе *теории мозаичного климакса*, развитой Р. Уиттекером в 1957 г. Картограмма биотопов, основанная на ландшафтно-геоботанической, а, вернее, экосистемной идеологии и приведенная на рис. 3.3, может служить иллюстрацией к теории Р. Уиттекера: сукцессионные ряды в долине реки, в сосняках, протянувшихся вдоль нее, в лесах склонов гор и на их верхних частях составляют достаточно четкую мозаику. Если бы была приведена карта восстановленной растительности, эта закономерность выступила бы еще ярче. Но это не значит, что, скажем, климакс приречного ельника может как угодно варьировать.

Смена фаз сукцессии идет в соответствии с определенными правилами. Каждая фаза готовит среду для возникновения последующей. Тут действует *закон последовательности прохождения фаз развития*, рассмотренный в разделе 3.2.2. Существует тенденция считать, что этот закон в рамках сукцессионного процесса не действует или не обязательно действует. При этом происходит смешение понятий естественного развития и смены экосистем и искусственной культивации, в основном леса. Нередко, оставив экосистему в рамках полустественного развития и только посадив саженцы лесной породы, хозяйственник не получает ожидаемого эффекта — посадки гибнут. При этом причины могут быть самыми различными, но всегда они связаны с неподготовленностью желаемой фазы развития реальной предыдущей.

Когда экосистема приближается к состоянию климакса, в ней, как и во всех равновесных системах, происходит замедление всех процессов развития. Это положение сформулировано в виде *закона сукцессионного замедления*: процессы, идущие в зрелых равновесных экосистемах, находящихся в устойчивом состоянии, как правило, проявляют тенденцию к снижению темпов. При этом восстановительный тип сукцессий меняется на вековой их ход, т. е. саморазвитие идет в пределах климакса или узлового сообщества. Например, восстановительная сукцессия темнохвойного леса в южной тайге может идти следующим образом. Сначала быстро меняется ряд луго-кустарниковых фаз с образованием березового или осинового леса. Затем может произойти либо замещение этого леса сосной, либо

прямое вытеснение елью (в горной южной Сибири пихтово-кедровым лесом). Сосняк может составить узловое сообщество, и процесс смены пород резко затормозится, но в других случаях сосну относительно быстро вытесняет ель или пихтово-кедровый лес. Эти климаксовые образования отнюдь не лишены тенденций к развитию, но оно резко заторможено. Вековая сукцессия идет по типу заболачивание — разболачивание или остепнение — расстепнение (по климатическим характеристикам, а не по доминирующему характеру растительности). Возможен и вариант образования вечной мерзлоты, и тогда темно-хвойный лес в Сибири и на Дальнем Востоке будет медленно вытеснен лиственничным. В речных долинах на Дальнем Востоке может образоваться параклимакс из чозении. В этом случае процессы развития также весьма замедленны. Совершенно очевидно, что при хозяйственных акциях учет скорости естественных процессов обязателен.

Эмпирический закон сукцессионного замедления есть следствие *правила Г. Одум и Р. Пинкертона, или правила максимума энергии поддержания зрелой системы*: сукцессия идет в направлении фундаментального сдвига потока энергии в сторону увеличения ее количества, направленного на поддержание системы. В свою очередь правило Г. Одум и Р. Пинкертона базируется на правиле максимума энергии в биологических системах, сформулированном А. Лоткой. Позже оно было расширено Р. Маргалефом. Вопрос этот хорошо разработан в фундаментальной монографии Ю. Одум «Основы экологии» (М.: Мир, 1975. С. 324—327) как и доказательство *принципа «нулевого максимума», или минимизации прироста в зрелой экосистеме*: экосистема в сукцессионном развитии стремится к образованию наибольшей биомассы при наименьшей биологической продуктивности¹. Этот факт совершенно очевидно вытекает из правила Г. Одум и Р. Пинкертона и служит эмпирической его иллюстрацией. В общем виде правилом Г. Одум и Р. Пинкертона объясняется и *принцип «сукцессионного очищения», или стабилизации и минимизации видового состава климакса*: разнообразие стремится к пику на ранних или средних фазах сукцессии, а затем снижается в климаксе. Этот постулат Р. Маргалефа явно связан с увеличением потока энергии, поддерживающего климакс. Совершенно очевидна его связь с принципами экологического высвобождения и экологической компрессии, сформулированными в разделе 3.8.3.

В ходе сукцессии происходит увеличение замкнутости биогеохимических круговоротов веществ. Хотя все биогеохимические круговороты не полностью замкнуты, но степень незамкнутости варьирует от очень больших величин (практически стремящихся к бесконечности на поверхности планеты, не защищенной растительностью) до значения 10^4 . Примерно за 10 лет с момента начала восстановления растительного покрова разомкнутость круговоротов уменьшается со 100 до $10\% ^2$, а далее она еще больше снижается, в климаксовой фазе достигая минимума. *Правило увеличения замкнутости биогеохимического круговорота веществ в ходе сукцессии*, как совершенно очевидно, нарушается антропогенной трансформацией растительности и вообще естественных экосистем. Это ведет к длинному ряду аномалий в биосфере и ее подразделениях.

Снижение разнообразия видов в климаксе не означает малой его экологической значимости. В этом отношении вопрос Ю. Одум в вышеупомя-

¹ Нечто подобное происходит и при общественном развитии.

² Bor mann F. H., Lik en s G. E. Pattern and Process in a forested Ecosystem. Springer — Verlag, N.-Y., 1979. 253 p.

нутой работе: «представляет ли собой разнообразие только «приправу» к жизни или оно необходимо для долгой жизни всей экосистемы, в которую входят и человек и природа» (с. 331) кажется не совсем корректным. Именно разнообразие видов формирует сукцессию, ее направление, обеспечивает заполненность реального пространства жизнью. Если бы оно было несущественным и имело только «эстетическое» значение, то виды, составляющие комплекс, не могли бы сформировать сукцессионный ряд, и постепенно, с разрушением климаксовых экосистем произошло бы полное опустынивание планеты. Ведь значение разнообразия функционально не только в статике, но и в динамике.

Там, где разнообразие видов недостаточно для формирования биосреды, служащей основой нормального, естественного хода сукцессионного процесса, а сама среда резко нарушена (по глубине или частоте нарушений), сукцессия не достигает фазы климакса, а заканчивается узловым сообществом, параклимаксом, длительно- или даже кратковременнопроизводным сообществом. Качество среды данной территории, суммарная напряженность антропогенного воздействия отражается на степени завершенности сукцессионного ряда. Чем глубже нарушенность среды какого-то пространства, тем на более ранних фазах оканчивается сукцессия. Это *правило сукцессионного мониторинга* (индикации состояния среды), или *степени завершенности сукцессии*, как кажется, имеет вполне практическое значение, особенно в картировании экологического состояния территорий и акваторий.

Достижение климакса при потере одного или группы видов в результате их уничтожения (реже вымирания, тоже, как правило, связанного с антропогенным исчезновением местообитаний) не есть полное восстановление природной обстановки. Фактически это новая экосистема, так как в ней возникли новые связи и утеряны многие старые, сложилась иная «притертость» видов. Вернуться в старое состояние экосистема не может, так как утерянный вид невосстановим. Это позволяет сформулировать *закон эволюционно-экологической необратимости*: экосистема, потерявшая часть своих элементов или сменившаяся другой в результате дисбаланса экологических компонентов, не может вернуться к первоначальному своему состоянию в ходе сукцессии, если в ходе изменений произошли эволюционные перемены в экологических элементах (сохранившихся или временно утерянных) или один либо группа видов исчезла навсегда или на (системно) долгий срок. Если какие-то виды утеряны в промежуточных фазах сукцессии, то эта потеря может быть функционально скомпенсирована, но лишь частично. При снижении разнообразия за критический уровень ход сукцессии искажается и фактически климакс, идентичный прошлому, достигнут быть не может.

Закон эволюционно-экологической необратимости важен для оценки характера восстановленных экосистем. При потере элементов это, по сути дела, совершенно экологически новые природные образования с вновь образовавшимися закономерностями и связями. Например, перенос давно выбывшего из состава экосистемы вида в ходе его реакклиматизации — отнюдь не механическое его возвращение. Фактически это внедрение нового вида в обновленную экосистему.

Закон эволюционно-экологической необратимости подчеркивает фактическую направленность эволюции не только на уровне биосистем (разд. 3.4.1), но и на всех иных иерархических уровнях сложения биоты (разд. 3.11).

Перечисленными обобщениями не исчерпывается список закономерностей, характерных для экосистем во всем ряду их иерархии. Ряд из них, в

большей мере характерных для экосистем высоких иерархических уровней или даже только для высшего звена — биосферы, изложен в разделах 3.10 и 3.11. Наоборот, сказанное в разделе 3.9 в ряде случаев присуще биосфере и ее крупнейшим системным подразделениям.

3.10. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОСФЕРЫ И БИОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

- [Аксиома иерархичной организации] (разд. 3.2.4)
- Закон преломления космических воздействий
- Закон биогенной миграции атомов В. И. Вернадского
- Правило незамкнутости биотических (биогеохимических) круговоротов
- Закон константности количества живого вещества В. И. Вернадского
- [Закон физико-химического единства живого вещества] (разд. 3.3)
- Закон сохранения структуры биосферы, или первый закон экодинамики Ю. Голдсмита
- Закон стремления к климаксу, или второй закон экодинамики Ю. Голдсмита
- Правило (принцип) гетерогенезиса живого вещества
- Закон (принцип) экологического порядка, или экологического мутуализма (третий закон экодинамики Ю. Голдсмита)
- Закон упорядоченности заполнения пространства и пространственно-временной определенности
- Принцип системной дополнителности
- Закон самоконтроля и саморегуляции живого, или четвертый закон экодинамики Ю. Голдсмита
- Правило автоматического поддержания глобальной среды обитания

Стоит еще раз напомнить, что современная экология исходит из аксиомы иерархической организации, или принципа интегративных уровней — подсистем различного функционального значения. При этом подразумевается и признание аксиомы эмерджентности (разд. 3.2.1). Несколько забегаая вперед, следует указать на справедливость закона *преломления космических воздействий*: космические факторы, оказывая воздействие на биосферу и особенно ее подразделения, подвергаются изменению со стороны экосферы планеты и потому по силе и времени проявления могут быть ослаблены и сдвинуты или даже полностью утратить свой эффект. Такое обобщение полезно в связи с тем, что нередко идет поток синхронного воздействия солнечной активности и других космических факторов на экосистемы планеты и населяющие ее организмы. Хотя многие процессы на Земле и в ее биосфере подвержены влиянию космоса и предполагаются циклы солнечной активности с интервалом в 1850, 600, 400, 178, 169, 88, 83, 33, 22, 16,1, 11,5 (11,1), 6,5 и 4,3 года, сама биосфера и ее подразделения не обязательно во всех случаях должны реагировать с той же цикличностью.

Системы биосферы могут блокировать космические воздействия нацело или частично. Поиск чисто математических закономерностей тут едва ли целесообразен (см. также принцип скользящих среднемаксимальных случайного статистического ряда в разд. 3.2.5). Тенденции существуют, но они не четко детерминированы во времени.

Биосферу, как и любую другую систему, формируют не только и не столько внешние факторы, как внутренние закономерности. И они затем взаимодействуют с внешней средой. Одним из важнейших свойств биосферы — слоя взаимодействия живого и неживого — является закон *био-генной миграции атомов*, открытый В. И. Вернадским: «миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется или при непосредственном участии живого вещества (био-генная миграция) или же она протекает в среде, геохимические особенности которой (O_2 , CO_2 , H_2 и т. д.) обусловлены живым веществом, как тем, которое в настоящее время населяет биосферу, так и тем, которое действовало на Земле в течение всей человеческой истории» (Перельман А. Н. Геохимия биосферы. М., 1973. С. 19).

Закон био-генной миграции атомов имеет важное теоретическое и практическое значение. Согласно ему понимание общих химических процессов на поверхности планеты, в атмосфере над нею и в заселенных организмами ее глубинах, а также в слоях, сложенных прошлой деятельностью организмов, невозможно без учета биотических и био-генных факторов, в том числе эволюционных. Поскольку люди очень сильно воздействуют прежде всего на биосферу и ее живое население, они тем самым изменяют условия био-генной миграции атомов, создавая предпосылки для еще более глубоких химических сдвигов в исторической перспективе. Таким образом, процесс может стать саморазвивающимся, не зависящим от желания человека и практически (при глобальном размахе) неуправляемым. Отсюда одна из самых насущных потребностей — сохранение живого покрова Земли в относительно неизменном состоянии. Тот же закон определяет и необходимость учета прежде всего воздействий на биоту при любых проектах преобразования природы. В этом случае происходят региональные и локальные изменения в химических процессах, при любых крупных ошибках ведущие к деградации среды — опустыниванию.

Закон био-генной миграции атомов дает в руки человечества ключи для сознательного управления биогеохимическими процессами на планете и в ее регионах. Там, где ранее были сделаны упущения, и среда жизни деградировала, на его основе возможно активное (но постепенное) выправление сложившегося положения, главным образом с помощью «мягкого», опосредованного управления природными процессами.

Обобщения особенностей био-генной миграции атомов нам не известны. Пока идет сбор фактических данных. Они показывают, что хотя степень замкнутости глобальных биогеохимических круговоротов довольно высока (для различных элементов и веществ она неодинакова), тем не менее она не абсолютна. И этот факт для того, чтобы не возникало недоразумений, нуждается в формулировке в виде *правила незамкнутости биотических круговоротов*. Доказательства этой закономерности очень многочисленны. Это и образование био-генных геологических пород, и реальное антропо-генное выпадение ряда элементов, например, из почвы (предполагается, что ежегодно глобально из почвы теряется в среднем 4,6 млрд. т углерода, содержание которого в почвах мира снизилось с 2014 млрд. т в до-исторический период до 1477 млрд. т на конец 70-х гг. нашего века. И, наконец, та логическая посылка, что в условиях полной замкнутости биотических круговоротов не происходило бы эволюции (наивысшая степень замкнутости биогеоцено-тического «малого» круга наблюдается в тропических экосистемах — наиболее древних и консервативных).

В то же самое время количество живого вещества не подвержено заметным изменениям, во всяком случае в рамках значительных геологических

отрезков времени. Эта закономерность была сформулирована в виде *закона константности количества живого вещества В. И. Вернадского*: количество живого вещества биосферы (для данного геологического периода) есть константа. Этот закон практически есть количественное следствие закона внутреннего динамического равновесия для масштаба глобальной экосистемы биосферы (разд. 3.9.1). Понятно, что поскольку живое вещество, согласно закону биогенной миграции атомов, есть энергетический посредник между Солнцем и Землей, то либо его количество должно быть постоянным, либо должны меняться его энергетические характеристики. Закон физико-химического единства живого вещества (разд. 3.3) исключает слишком значительные перемены в последнем свойстве. Значит, для живого вещества планеты неизбежна количественная стабильность. Она характерна и для числа видов — см. правило константности числа видов (разд. 3.11).

Как аккумулятор солнечной энергии, живое вещество должно одновременно реагировать как на внешние (космические) воздействия, так и на внутренние изменения. Увеличение или снижение количества живого вещества в одном месте биосферы должно приводить к синхронному процессу с обратным знаком в другом регионе в силу того, что освободившиеся биогены могут быть ассимилированы остальной частью живого или будет наблюдаться их недостаток. Однако следует учитывать скорость процесса, в случае антропогенного изменения намного более низкую, чем прямое нарушение природы человеком. Кроме того, не всегда происходит адекватная замена. Она идет согласно правилу (принципу) экологического дублирования (разд. 3.8.1), т. е. с уменьшением размеров особей и обычно с увеличением их эволюционной примитивности. Снижение же размеров особей, участвующих в энергетических процессах, вводит в действие большую группу термодинамических закономерностей из всех групп приведенных выше обобщений (разд. 3.2—3.9). Меняется вся структура живого вещества и его качество, что в конечном итоге не может идти на пользу человеку — одному из участников процесса жизни. Человечество нарушает природные закономерности распределения живого вещества планеты и берет на себя, в свой антропогенный канал, не менее $1,6 \times 10^{13}$ Вт энергии в год, или 20% продукции всей биосферы¹. Кроме того, люди искусственно и некомпенсированно снизили количество живого вещества Земли, видимо, не менее чем на 30%. Это заставляет сделать вывод, что планета стоит перед глобальным термодинамическим (тепловым) кризисом, который проявится во многих формах одновременно. Поскольку это инерционный процесс, начальные фазы его мало заметны, но остановить кризисные явления будет чрезвычайно трудно.

В разделе 3.3 уже был сформулирован *общебиосферный закон физико-химического единства живого вещества*. Помимо такой константности и постоянства количества живого вещества, в живой природе наблюдается постоянное сохранение информационной и соматической структуры, хотя она и несколько меняется с ходом эволюции. Это свойство было подмечено Ю. Голдсмитом², развивающим идеи экодинамики как независимого от классической термодинамики и редуccionистских «физических» подходов воззрения. *Закон сохранения структуры биосферы — информационной и соматической* — Ю. Голдсмит называет *первым законом экодинамики*.

¹ Горшков В. Б. Биосферные потоки энергии // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды. Ленинград. 1980. № 3. С. 19—24.

² Goldsmith E. Thermodynamics or Ecodynamics? // Ecologist. 1981. V. 11. № 4. P. 178—195.

Он близок к правилу константности числа видов (разд. 3.11), перекликается с ним.

Для сохранения структуры биосферы живое стремится к достижению состояния зрелости, или экологического равновесия. *Закон стремления к климаксу — второй закон экодинамики Ю. Голдсмита*. Он близок к принципу сукцессионного замещения и мог бы войти в состав раздела 3.9.2, где собраны обобщения, касающиеся экосистем. Биосфера — высший уровень иерархии экосистем нашей планеты, и естественно, ее законы функционирования аналогово справедливы и для ниже расположенных уровней в этой иерархии, хотя имеется и специфика — биосфера более закрытая система, чем ее подразделения. Упоминаем обо всем этом вторично, так как это не всегда очевидно.

Единство живого вещества биосферы и гомологичность строения ее подсистем приводят к тому, что эволюционно возникшие на ней живые элементы различного геологического возраста и первоначального географического происхождения сложно переплетены. Такое переплетение различных по пространственно-временному генезису элементов во всей экологической иерархии биосферы составляет содержание *правила, или принципа гетерогенезиса живого вещества*. Однако такое сложение не хаотично. Оно подчиняется принципам экологической комплементарности (дополнительности), экологической конгруэнтности (соответствия) и другим закономерностям, изложенным в разделе 3.9.1. Обобщенно в рамках экодинамики Ю. Голдсмита это *третий её закон — принцип экологического порядка, или экологического мутуализма*. Это уже глобальное свойство, обусловленное влиянием целого на его части, обратного воздействия дифференцированных частей на развитие целого и т. д., в сумме ведущее к сохранению стабильности всей системы биосферы.

Системный мутуализм, т. е. взаимопомощь в рамках экологического порядка, подчеркивается *законом упорядоченности заполнения пространства и пространственно-временной определенности*: заполнение пространства внутри природной системы в силу взаимодействия между ее подсистемами упорядочено таким образом, что позволяет реализоваться гомеостатическим свойствам системы с минимальными противоречиями между частями внутри нее¹. Из этого закона следует невозможность длительного существования «ненужных» природе случайностей, в том числе и чуждых ей созданий человека. Нарушение природного порядка обходится людям дополнительными вложениями средств и сил. Это нарушение имеет строгие, к сожалению, недостаточно еще изученные пределы, за которыми мутуализм сменяется антагонизмом, порядок нарушается, а потому ухудшаются и динамические качества всей биосферы.

В блок правил мутуалистического системного порядка в биосфере и, как следствие, в развитое человеческое общество входит *принцип системной дополнительнойности*: подсистемы одной природной системы (в нашем случае биосферы) в своем развитии обеспечивают предпосылку для успешного развития и саморегуляции других подсистем, входящих в ту же систему (если она не подвергается мощной внешней деформации). Этот динамический вариант закона упорядоченности заполнения пространства и пространственно-временной определенности справедлив и для современного общественного развития — человечество будет развиваться успешнее, если мировое сотрудничество расширится, а конфронтация угаснет. Этот принцип стал необходимым условием жизни человечества с момента пре-

¹ См. Реймерс Н. Ф. Системные основы природопользования//Философские проблемы глобальной экологии. М.: Наука, 1983. С. 121—161.

вращения его в единое целое, во всеобщую «геологическую силу», по В. И. Вернадскому, воздействующую на столь же глобальную биосферу. Либо будет соблюдаться принцип системной дополнительности в связке человек — природа, либо экологический кризис будет углубляться, и произойдет катастрофа.

И тут человечеству необходимо следовать *четвертому закону экодинамики Ю. Голдсмита — закону самоконтроля и саморегуляции живого*: живые системы и системы под управляющим воздействием живого способны к самоконтролю и саморегулированию в процессе их адаптации к изменениям в окружающей среде. Ю. Голдсмит справедливо интерпретирует этот закон применительно к жизни общества. Человечеству не мешало бы начать собственную саморегуляцию и перейти к самоконтролю вместо того, чтобы с нарастающей экстенсивностью преобразовывать природу. Что касается природы, то в биосфере этот самоконтроль и саморегуляция происходят в ходе каскадных и цепных процессов общего взаимодействия, явлений иногда отнюдь не «гуманных» с позиций человеческой морали — в ходе борьбы за существование, естественного отбора (в самом широком смысле этих понятий), адаптации систем и подсистем, широкой коэволюции и т. п. Однако все эти процессы ведут к позитивным «с точки зрения природы» результатам — сохранению и развитию экосистем биосферы и ее как целого.

Как бы мостиком между обобщениями структурного и эволюционного характера служит *правило автоматического поддержания глобальной среды обитания*: живое вещество в ходе саморегуляции и взаимодействия с абиотическими факторами автототинамически поддерживает среду жизни, пригодную для ее развития. Процесс равновесной автототинамики ограничен изменениями космического и общеземного экосферного масштаба и происходит во всей иерархии экосистем и биосистем планеты как каскад саморегуляции, достигающей глобального размаха. Это правило следует из биогеохимических принципов В. И. Вернадского (разд. 3.3), а также из ранее сформулированных правил сохранения видовой среды обитания (разд. 3.6) и относительной внутренней непротиворечивости (разд. 3.8.3). Оно служит констатацией наличия в биосфере консервативных механизмов и одновременно иллюстрацией правила системно-динамической комплементарности (разд. 3.2.1).

3.11 ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭВОЛЮЦИИ БИОСФЕРЫ

- Принцип Реди
- Экоисторический (геоисторический) принцип
- Закон глобального замыкания биогеохимического круговорота
- Закон увеличения доли биологического компонента в замыкании биогеохимического круговорота веществ
- Закон саморазвития биосистем Э. Бауэра
- Теорема порога возрастания энтропии в биосфере К. С. Тринчера
- Принцип (правило) катастрофического толчка
- Принцип прерывности и непрерывности развития биосферы
- Правило одного процента
- Правило десяти процентов
- Правило константности числа видов в ходе стационарной эволюции биосферы
- Правило усиления интеграции биологических систем И. И. Шмальгаузена
- Правило множественности экосистем

Эволюционное учение как краеугольный камень биологии и основа палеонтологии — значительный раздел науки. В рамках биологии и биоэкологии оно совпадает с тем, что принято называть дарвинизмом. Мегаэкология имеет дело не только с живым, но и с системами, где живое является только «равноправным» участником, как правило, управляющим звеном, а также изучает внешнюю и внутреннюю среду развития этих систем. Как ветвь общей теории систем эволюционное учение называют эволюционикой, а в пределах современной экологии — эволюционной экологией¹, отличающейся от экодинамики (динамической экологии) рассмотрением более длительных интервалов развития процессов. В рамках эволюционного учения собрано огромное количество данных и сделано немало общих и более частных заключений, касающихся развития всех уровней иерархии биосистем и экосистем. Часть из них уже приведена в предыдущих разделах (3.2.2, 3.2.5, 3.4.1, 3.7, 3.8.3., 3.9.2, 3.10). Здесь мы постараемся осветить ряд обобщений, имеющих особое значение для жизни биосферы как целого, и потому будем оставаться в рамках «макроэволюции», начиная с эволюции групп организмов, но обращая особое внимание на развитие экосистем высокого уровня иерархии, т. е. на мегаэволюцию. Эволюцию биогеоценозов, или экосистем, называют также экогенезом, понимаемым как совокупность процессов и закономерностей синэволюции — необратимого и в определенной мере направленного развития и смены биогеоценозов, слагаемых ими типов биогеоценотического покрова регионов Земли и биосферы в целом. Их сущность проявляется в способности сообществ организмов преобразовывать среду своего обитания и на определенных рубежах этих преобразований изменять свой состав, структуру и продуктивность в направлении большего их соответствия изменившимся условиям среды, в том числе глобальной².

Сам ход эволюции биосферы, состав и характер наблюдаемых процессов недостаточно ясен. Э. И. Колчинский³ выделяет следующие тенденции в эволюции биосферы: постепенное увеличение общей ее биомассы и продуктивности; прогрессивное накопление аккумулятивной солнечной энергии в поверхностных оболочках Земли; увеличение информационной емкости биосферы, проявляющейся в нарастающей диверсификации (росте разнообразия) органических форм, увеличении числа геохимических барьеров и возрастании дифференцированности физико-географической структуры биосферы; усиление некоторых биогеохимических функций живого вещества и появление новых функций; усиление преобразующего воздействия жизни на атмосферу, гидросферу и литосферу и увеличение роли живого вещества и продуктов его жизнедеятельности в геологических, геохимических и физико-географических процессах; расширение сферы действия биотического круговорота и усложнение его структуры. Очевидно, к этому перечню необходимо добавить трансформирующее воздействие человеческой деятельности и возможную нисходящую ветвь эволюции биосферы — все эволюционирующие системы не

¹ Эволюционная экология интенсивно развивается с конца 1950-х гг. Формированию этого направления экологических исследований предшествовали работы Паултона (Poulton, 1856—1943), Николсона (Nickolson, 1895—1969) и других экологов. Много сделал в этом направлении Вини-Эдвардс (Klmler W. Advantage, adaptiveness and evolutionary ecology// J. Hist. Biol. 1986. V. 19. № 2. P. 215—233).

² С м а г и н В. Н. Экогенез — закон эволюции биогеоценотического покрова Земли// Методол. основы разработки и реализации комплекс. прогр. развития региона. Новосибирск, 1988. С. 106—126.

³ К о л ч и н с к и й Э. И. В чем выражается эволюция биосферы? (Факты и гипотезы)// В. И. Вернадский и современная наука: Тез. докл. междунар. симпоз., посвящ. 125-летию со дня рожд. В. И. Вернадского. 4 марта 1988. Л., 1988. С. 27—28.

бессмертны и имеют «начало» и «конец» своего существования. Если в эволюции живого вещества имеется непрерывный поток генетической информации, и в геноме человека есть гены от всего ряда его предков, то в составе биосферы имеются виды различного геологического возраста — «экогеноэлементы», или «биоэлементы», экосистем. Происходит эволюционная замена этих биоэлементов, в региональных рамках иногда замена полная, с исчезновением предшественников.

Массовое истребление видов человеком не могло не изменить естественных процессов. Например, плиоценовое исчезновение крупных животных, видимо, происходило не только в результате прямого преследования, но и из-за нарушения цепей питания, вообще пищевых сетей, что вело к преобразованию экосистем в целом. Современное уничтожение видов, идущее намного быстрее, чем во времена плиоценового перепромысла, должно вести и ведет к процессам, обратным к перечисленным Э. И. Колчинским — снижается биомасса, продуктивность и информационность биосферы, меняется характер аккумуляции солнечной энергии в поверхностных оболочках Земли и т. д. Поэтому закономерности эволюции биосферы следует рассматривать как в прогрессивном, так и в регрессивном аспекте.

Все эмпирические и умозрительные заключения Э. И. Колчинского в соответствии с традициями науки можно трансформировать в правила: правило постепенного увеличения биомассы и продуктивности биосферы, правило прогрессивного накопления аккумуляированной солнечной энергии в поверхностных оболочках Земли и т. д. Такие констанции весьма полезны и неизбежны для понимания сути явлений. Однако не менее важно иметь логический ряд обобщений механизмов реализации эмпирически наблюдаемых закономерностей и хотя бы некоторых количественных параметров идущих процессов. При этом для суждения о путях эволюции полезно опустить «перископ» знания вглубь прошлых миллионов лет и тысячелетий и рассматривать жизнь тех периодов с уровня того времени, а не исходя из явлений современного мира.

Эволюция живого началась с возникновения форм преджизни, а затем и праорганизмов. И с этого геологического «момента» начал действовать *принцип Реди*: живое происходит только от живого, между живым и неживым веществом существует непроходимая граница, хотя и имеется побоянное взаимодействие. Обобщение, сделанное итальянским естествоиспытателем и врачом Франциско Реди (1626—1698), было заново сформулировано В. И. Вернадским в 1924 г. Именно этот принцип служит подосновой сложения экосистем в рамках трех первых закономерностей, сформулированных в разделе 3.9.1 — разграничение между живым и неживым и взаимосвязь между ними формирует дополнительность и соответствие внутри биотического сообщества и связь биотоп — биоценоз.

Принцип Реди проявляется в реальной эволюции очень многообразно — способы видообразования, сложения био-, экобио- и экосистем многочисленны, хотя и подчиняются общим законам биологической микро- и макроэволюции, а также экогенеза. На разных этапах развития биосферы процессы в ней не были идентичны, хотя шли по аналогичным схемам. Дабы не было соблазна к крайнему упрощению актуализма и тем более униформизма, необходимо сформулировать *геоисторический*, или в нашем случае *экоисторический принцип*: геологические процессы и явления (в широком понимании) не оставались неизменными в течение эволюционного времени, в силу чего процессы далекого прошлого нельзя полностью отождествлять с современными. Фактически это ограничение касается всех пунктов перечня тенденций эволюции биосферы Э. И. Колчинского (это не означает нашего несогласия с подмеченными закономерностями,

но лишь то, что процессы могли идти неоднозначно, особенно в количественном выражении).

Нельзя не согласиться с блестящим мыслителем С. В. Мейеном¹, что в ходе номотетизации биологии и экологии будут найдены опоры для грядущей теории эволюции — принцип исторических реконструкций и способ адаптивных интерпретаций. Пока же исторические гипотезы не слишком совпадают с процессуальными реконструкциями при наблюдении за современными явлениями. Безыдейность, по С. В. Мейену, современной биологии, а с ней и экологии (возвращаясь к самому началу этой главы), — есть явление временное. В экологии оно нетерпимо, поскольку даже в ее эволюционной ветви лежат ответы на многие тревожные вопросы, которые возникают в связи с антропогенным изменением мира. Теория, даже как будто крайне отвлеченная, делается основой для выживания человечества.

Гипотетическое изначальное сложение экосистем и биосферы в целом из анаэробных гетеротрофов-хемотрофов с самого начала эволюции могло давать избыток вторичных биогенов и должно было вести к возникновению первичных биогеохимических циклов, сначала типа «хемотроф первого порядка — хемотроф второго порядка — хемотроф-редуцент». В противном случае быстро размножающиеся прокариоты в кратчайший геологический период исчерпали бы биогены «первичного бульона». Скорее всего, скорость геохимических круговоротов была намного выше, чем в последующие геологические периоды.

Существует прямо противоположная точка зрения, что первичные биогеохимические круговороты были слабо выражены. Едва ли это так, в особенности для процессов без приставки «био-». Геохимическая эволюция могла идти крайне бурно. Трудно представить биосферу без одновременного наличия хемотрофов-продуцентов, первичных и вторичных гетеротрофов. Такая система теоретически не могла бы существовать в силу отсутствия признаков системности. Наличие ярко выраженного круговорота веществ согласно *закону глобального замыкания биогеохимического круговорота* — обязательное свойство биосферы любого этапа развития (разд. 3.9). Видимо, это непреложный закон ее существования. Особо следует обратить внимание на *увеличение доли биологического (а не геохимического) компонента в замыкании биогеохимического круговорота веществ*. Это уже закон эволюции биосферы, смыкающийся с законом биогенной миграции атомов (разд. 3.10).

Появление автотрофов-продуцентов означало эволюционное ослабление роли геохимической энергии и усиление значения солнечной составляющей глобального энергобаланса биосферы. Автотрофная эволюция углублялась по мере возникновения многоклеточных организмов. Они обеспечивали более высокую стабильность экосистем. Очевидно, в то же время степень замыкания биогеохимических круговоротов, а скорее их форма, начала резко меняться. Редукция за счет анаэробов-гетеротрофов уже не обеспечивала полного баланса. Происходило интенсивное накопление биогенных веществ, которые были депонированы в виде существующих ныне горючих ископаемых. В них был связан излишний углерод атмосферы, а энергетическая система биосферы стала приближаться к современным параметрам. Биогенная миграция атомов стала доминировать.

В середине мелового периода практически сложился ныне существующий тип биогеохимического обмена — из автотрофов-продуцентов, гете-

¹ Мейен С. В. Нетривиальная биология (Заметки о...) // Журн. общей биологии. 1990. Т. 51. № 1. С. 4—14.

ротрофов-консументов и гетеротрофов-редуцентов со все большим ростом управляющего значения среднего звена. Согласно законам кибернетики, управляющая подсистема всегда структурно сложнее управляемой. Это вело к увеличению числа видов и разнообразия консументов, в основном животных. Форма замыкания биогеохимического круговорота вновь совершенствовалась. Она стала в большей мере иерархической. Если на первых этапах эволюции абсолютно преобладал общебиосферный цикл — большой биосферный круг обмена (сначала только в пределах водной среды, а затем разделенный на два подцикла — суши и океана), то затем он стал дробиться. Вместо довольно гомогенной биоты появились и все глубже дифференцировались экосистемы различного уровня иерархии и географической дислокации (глава 2). Важное значение приобрели малые, биогеоценотические, обменные круги. Возник «обмен обменов» — стройная иерархия биогеохимических круговоротов с высочайшим значением биотической составляющей.

Человеческая деятельность ведет к гомогенизации систем биосферы. Люди все больше «стирают» элементарные экосистемы, превращают их в монотонные агросистемы, довольно однообразные по биогеохимическим характеристикам культурные ландшафты. Степень замкнутости биогеохимических циклов при этом снижается. Видимо, в этом секрет накопления в биосфере, и особенно в атмосфере, малых газовых примесей, выброса тех веществ, которые естественно образуются в меньшем количестве и обычно ранее утилизируются биотой почти нацело.

Саморазвитие биоты шло двумя путями — по внутренним законам и согласно внешним воздействиям с адаптацией к ним. Таков закон эколого-системной направленности эволюции (разд. 3.4.1). При этом наблюдалась необратимость процессов — необратимость эволюции согласно закону Л. Долло (разд. 3.2.2) и «сквозная необратимость» процессов И. Пригожина. Чем больше организмы воздействовали на среду биосферы, тем интенсивнее шла их эволюция. Этот принцип максимума эффекта внешней работы, закон саморазвития биосистем, или закон исторического развития биологических систем был сформулирован Э. Бауэром в 1935 г.: развитие биологических систем есть результат увеличения их внешней работы — воздействия этих систем на окружающую среду.

Физико-математическую интерпретацию упомянутых обобщений дает теорема порога возрастания энтропии в биосфере, или теорема К. С. Тринчера, сформулированная в 1964 г. Согласно ей, продукция энтропии живым веществом биосферы возрастает до порога, определяемого уравнением:

$$\frac{dS_{sp}}{dt} \times \frac{dS_{sp}}{dt} \cdot (1 - e^{-t/\tau}),$$

где t — абсолютное время; τ — единица биологического (системно характерного) времени; S_{sp} — специфическая энтропия одного вида живого, e — основание натурального логарифма.

Теорема К. С. Тринчера по формулировке как бы противоположна теореме И. Р. Пригожина о сохранении упорядоченности в открытых системах (разд. 3.2.3) и перекликается с теоремой (афоризмом) Э. Шредингера (разд. 3.3). Связано это с довольно вольным обращением с понятием «энтропия», множественностью его толкований. Если определять его как меру вероятности пребывания системы в данном состоянии (согласно известному принципу Л. Больцмана о переходе системы из менее вероятного состояния в состояние более вероятное, равновесное) и признать жизнь как неравновесное (квазиравновесное) состояние систем, то падение энтропии или ее возрастание в обоих случаях до минимального, или

порогового, уровня означает практически одно и то же: энтропийные рамки жизни. Важно лишь то, что минимум энтропии возникает при неравномерном распределении вещества в системе. Человеческая деятельность нарушает эту неравномерность, делает живое вещество гомогенным, или даже сдирает «живую кожу» с лика Земли, видоизменяет энтропийные и неэнтропийные процессы.

Антропогенные воздействия на окружающую среду оказались деструктивными. Они «заменили» биогенную эволюцию, разрушив естественные системы природы. Эволюция вынуждена идти экстенсивно, под воздействием внешних факторов, с темпом, диктуемым трансформацией природы человеком, а не ходом естественных явлений. Закон исторического развития биосистем уже не работает или работает не в полной мере, так как роль биотического воздействия на среду относительно снизилась. Доминирует преобразующая человеческая деятельность. В этом свете вслед за прямым уничтожением видов следует ожидать самодеструкции живого. Фактически этот процесс и идет в виде массового размножения отдельных организмов, разрушающих сложившиеся экосистемы.

Насколько такое положение опасно для биосферы? Все зависит от темпов изменений. Логически это ясно из экоисторического принципа и того факта, что эволюция биосферы не была равномерной, в ней хотя и увеличивалась степень совершенства биогеохимического круговорота, но этот процесс не шел гладко. Отсюда следует принципиальная возможность перенапряжений в биосфере, которые не являются для нее эволюционно исключенными.

Широко известные эволюционные катастрофы — более или менее длительные, но более короткие, чем предыдущая и последующая фазы относительно спокойного развития — отмечались в истории планеты на рубежах 65, 230, 450 и 650 млн лет назад.¹ Наиболее древний эволюционно-экологический кризис привел к «внезапному» исчезновению многих видов одноклеточных, водорослей. Большинство панцирных обитателей океана вымерло на рубеже 450 млн лет назад. На следующем этапе ускорения эволюционных процессов исчезли многие виды гигантских амфибий. И наконец, 65 млн лет назад довольно быстро (по эволюционным меркам) вымерли гигантские рептилии и многие виды из других групп организмов.

Этот последний этап эволюционных смен привлекает наибольшее внимание. Его связывают с падением на Землю огромного метеорита-астероида, предположительно образовавшего самый большой метеоритный кратер на территории современной Мексики. Ход вымирания недостаточно ясен. Предполагается похолодание, которое привело к срыву инкубации яиц рептилий и к тому подобным аномалиям. Похолодание могло привести и к исчезновению особо теплолюбивых дневных млекопитающих и дать преимущества для эволюции ночных их групп.

Механизмы вымирания могли быть и иными. Весьма незначительные изменения абиотической среды ведут к едва заметным на взгляд человека энергетическим перестройкам. Как уже было сказано, вид никогда не исчезает один, всегда сложно изменяются пищевые и информационные сети. Происходит каскадная по иерархии систем глобальная перестройка. Одни виды безвозвратно исчезают, другие в силу энергетических правил, в том числе необходимости каскадного преобразования солнечной энергии, их замещают. Это убыстрение было отражено в виде *принципа (правила)*

¹ На самом деле пики вымирания, видимо, следовали друг за другом со средней периодичностью в 26 млн лет, см. сводку: В. Грант. Эволюционный процесс: Критический обзор эволюционной теории. М.: Мир, 1991. 488 с.

катастрофического толчка: природная или природно-антропогенная катастрофа всегда приводит к существенным эволюционным перестройкам, которые относительно прогрессивны для биосферы, так как адаптируют ее системы к новым условиям среды. А поскольку существуют ускорения и замедления эволюции, действует и *принцип прерывности и непрерывности развития биосферы*: процесс медленного эволюционного изменения организмов закономерно прерывается фазами бурного развития и вымирания практически без переходных (палеонтологических) форм. В сноски разделов 3.3 и 3.4 (3.4.1) было уже сказано, что равномерно линейная дарвиновская эволюция математически нереальна. Явно она была каскадным процессом, «эволюцией эволюций» на каждом уровне иерархии природных систем. Действовал лингвистический принцип, хорошо освещенный в работах С. Э. Шноля¹ для генетического уровня биосистем: шел отбор не «букв», а «слов» и «предложений» — иероглифов и их сочетаний, определяемых более высокой по иерархии системой. В этом случае естественный отбор идет среди природных систем, требуя несоизмеримо меньшего времени. Математические расчеты общего разнообразия генетического кода — меры генетической информации — позволили немецким биохимикам рассчитать его возраст: $3,8 \pm 0,6$ млрд лет. Это число вполне укладывается в известные рамки палеонтологических находок: органические вещества современного типа появились 3,8 млрд лет назад (Гренландия), а организмы 3,5 млрд лет назад (австралийские находки). Каскадный биогеоиерархический принцип в эволюции мог вызывать ускорения в ее ходе. Не исключено, что они были столь велики, что промежуточных форм практически не существовало. Эволюция шла как «массовая болезнь» — одновременное появление многих одинаковых мутантов.²

Нас интересует не столько механизм эволюции, сколько сам факт различного ускорения эволюционных процессов и их направленности в каскадно-блочной иерархии. Если ведущую роль в отборе играли ее верхние уровни и они же фактически направляли эволюцию, то антропогенные изменения биосферы, идущие с большой скоростью, в любой момент могут дать толчок для нового ускорения эволюционных перестроек. Это будет означать капитальную перестройку экологических условий на планете. Едва ли к ней готово человечество и как биологическое, и как социально-экономическое образование. Нужны какие-то количественные данные, хотя бы самые общие показатели-реперы для выяснения, что опасно, а что еще не опасно в ходе ускоренной эволюции среды и жизни на планете. Такими критическими маркерами, видимо, могут быть точки Пастера и правила одного и десяти процентов.

Основной «точкой Л. Пастера» служит момент, когда уровень содержания кислорода в атмосфере Земли эволюционно достиг примерно 1% от современного. С этого времени стала возможной аэробная жизнь. Геохронологически это архей. Предполагается, что накопление кислорода шло взрывообразно и заняло в эволюции не более 20 тыс. лет. Вторая «точка Пастера» — достижение содержания кислорода в атмосфере планеты около 10% от современного. Это привело к возникновению предпосылок формирования озоносферы. Жизнь стала возможной на мелководьях, а затем и на суше. Произошло это также в архее (ранее считалось, что в кембрии),

¹ Шноль С. Э. О полной детерминированности биологических эволюционных траекторий или о предельном совершенстве, достигаемом в ходе естественного отбора за реально малые длительности времени (по воспоминаниям о дискуссиях с Н. В. Тимофеевым-Ресовским) // Оитогенез: Эволюция биосферы. М., 1989. С. 215—222; Шноль С. Э. Хватает ли времени для дарвиновской эволюции // Природа. 1990. № 11. С. 23—26 и др.

² Stanley H. Evolution as a Disease // Chemtech. 1987. V. 17. № 8. P. 460—463.

и, видимо, столь же геологически стремительно. Каковы механизмы удержания озоносферы как слоя в стратосфере с наибольшей плотностью озона на высотах 22—25 км над поверхностью Земли, пока не совсем ясно. Если воздействие человека на озоновый экран ограничено химическими веществами, то предохранение озоносферы от разрушения вполне реально путем запрещения хлорфторуглеродов и других опасных для нее химических агентов. Если же истончение озоносферы связано с изменением магнитного поля Земли, как предполагают некоторые исследователи, то нужно установить причины этого изменения. В этом случае выправление положения будет не столь прямолинейным, но сложноопосредованным.

Точки Пастера, как и закон пирамиды энергий Р. Линдемана (разд. 3.8.1), дали повод для формулировки *правил одного и десяти процентов* (напомню, что закон Линдемана иногда так и называют законом 10 процентов). Конечно, 1 и 10— числа приближенные: около 1 и примерно 10. «Магическое число» 1% возникает из соотношения возможностей потребления энергии и «мощностей», необходимых для стабилизации среды. Для биосферы доля возможного потребления общей первичной продукции не превышает 1% (что следует и из закона Р. Линдемана: около 1% чистой первичной продукции в энергетическом выражении потребляют позвоночные животные как консументы высших порядков, около 10% — беспозвоночные как консументы низших порядков и оставшаяся часть — бактерии и грибы-сапрофиты). Как только человечество на грани прошлого и нашего веков стало использовать большее количество продукции биосферы (сейчас не менее 10%), так перестал удовлетворяться принцип Ле Шателье — Брауна (видимо, примерно с величины 0,5% от общей энергетики биосферы): растительность не давала прироста биомассы в соответствии с увеличением концентрации CO₂ и т. д. (прирост количества связанного растениями углерода наблюдался лишь в прошлом веке)¹.

Эмпирически порог потребления 5—10% от суммы вещества, приводящий с переходом через него к заметным изменениям в системах природы, достаточно признан. Принят он главным образом на эмпирико-интуитивном уровне, без различения форм и характера управления в этих системах. Ориентировочно можно разделить намечающиеся переходы для природных систем с организменным и консорционным типом управления с одной стороны, и популяционных систем с другой. Для первых интересующие нас величины — порог выхода из стационарного состояния до 1% от потока энергии («нормы» потребления) и порог саморазрушения — около 10% от этой «нормы». Для популяционных систем превышение в среднем 10% объема изъятия приводит к выходу этих систем из стационарного состояния.

Особо следует обратить внимание на формулировку «выход из стационарного состояния». Видимо, для глобальной энергетической системы такой выход происходит в рамках 0,1—0,2% от возмущения общепланетных процессов — т. е. значительно раньше, чем наступают момент сбоя в действии принципа Ле Шателье — Брауна и заметные природные аномалии. Во всяком случае, опустынивание начало существенно расти еще в прошлом веке. Трудно доказать или опровергнуть антропогенность климатических процессов, происходивших в последние два столетия. Но в данном контексте это и не играет роли: важен порядок чисел.

¹ Весьма много полезного читатели найдут в работах В. Г. Горшкова, недавно сведенных в книгу: *Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды*//Итоги науки и техники (ВИНИТИ). Сер. «Теоретические и общие вопросы географии». М., 1990. Т. 7. 338 с.

Эволюционные переходы в биосфере занимают сравнительно очень небольшое время. Так, предельная совокупность видов могла быть образована в эволюции жизни всего за 70 млн лет¹. При этом дальнейшее нарастание числа видов почти исключено, что следует из ограниченности числа экологических ниш, а соответственно принципа конкурентного исключения, или теоремы Г. Ф. Гаузе (разд. 3.7.1). В последние 0,5 млрд лет число видов оставалось примерно одинаковым², что соответствует и закону константности количества живого вещества (разд. 3.10). Очевидно, константность числа видов в течение времени стабильного и устойчивого поддержания биотой среды обитания (в соответствии с законом биогенной миграции атомов — разд. 3.10) заслуживает определения в виде *правила константности числа видов в ходе стационарной эволюции биосферы*: число нарождающихся видов в среднем равно числу вымерших, и общее видовое разнообразие в биосфере есть константа.

Видимо, это правило справедливо для уже сформировавшейся биосферы и, возможно, ограничено временами геологических периодов. Логически оно вытекает из необходимости материала для экологического дублирования, без которого структуры биосферы теряли бы свойство надежности. Эмпирические доказательства обсуждаемого правила получить едва ли доступно, поскольку в число видов входят и те, которые трудно обнаружить в геологических пластах — беспозвоночные и микроорганизмы. Косвенно это правило иллюстрируется закономерностями правила ускорения эволюции (разд. 3.4.1), в ходе которого быстрое рождение видов сопровождается ускоренным их вымиранием.

Отсюда следует правило обязательности заполнения экологических ниш (разд. 3.8.2), их относительно постоянного числа и многие другие обобщения. Практическое же значение этих закономерностей с предельной четкостью было сформулировано В. Г. Горшковым в упомянутой выше работе: «Другого устойчивого состояния биосферы не существует, и при сохранении или росте современного антропогенного возмущения устойчивость окружающей среды будет разрушена» (с. 24).

Это тем более так в свете *правила усиления интеграции биологических систем И. И. Шмальгаузена*: биологические системы в процессе эволюции становятся все более интегрированными, со все более развитыми регуляторными механизмами, обеспечивающими такую интеграцию. В частности, увеличивается, как констатирует правило увеличения замкнутости биогеохимического круговорота веществ в ходе сукцессий (разд. 3.9.2), и показатель замкнутости круговоротов веществ за счет биологической составляющей, о чем говорилось выше при обсуждении закона глобального замыкания биогеохимического круговорота. Связь упомянутых закона и правила еще раз подтверждает системогенетический закон (разд. 3.2.2).

Конкурентное взаимодействие, включающее в себя и всю гамму мутуализма, формирует не только экосистемы согласно принципам комплементарности (дополнительности), экологической конгруэнтности (соответствия) и закону формирования экосистемы на базе соответствия биотопа и биоценоза (разд. 3.9.1), но и компенсирует процессы на уровне экосистем одного уровня иерархии. Кроме самых верхних уровней, всегда наблюдается некий набор конкурирующих экосистем. Они столь же незаменимы, как виды, и индивидуально относительно интегрированы. Дезинтеграция сооб-

¹ Кондратьев К. Я., Москаленко Н. И. Парниковый эффект атмосферы и климат // Итоги науки и техники (ВИНИТИ). Сер. «Метеорология и климатология». М., 1984. 262 с.

² Грант В. Эволюция организмов. М.: Мир, 1980. 407 с.

шеств и нарушение их иерархии под воздействием антропогенных причин в силу размытости границ сообществ ведет к деструкции природных систем. Как я указывал в работе «Системные основы природопользования»¹, разрушение более 3-х уровней иерархии экосистем абсолютно необратимо и катастрофично. Множественность конкурентно взаимодействующих экосистем обязательна для поддержания надежности биосферы. Именно так шла ее эволюция. Антропогенные воздействия нарушают этот ход. *Правило множественности экосистем* вытекает также и из правила (принципа) экологического дублирования (разд. 3.8.1), вообще теории надежности. В этом случае интеграция оказывается «скользящей» по иерархической лестнице экосистем.

Интеграция захватывает не только биологические образования, но и многие другие, в том числе социальные, на что неоднократно указывал В. И. Вернадский. Именно это явление приводит одновременно к своеобразной дезинтеграции согласно закону (аксиоме) системного сепаратизма (разд. 3.2.1). Здесь диалектика и философский закон единства противоположностей не дают сбой. С интеграцией систем увеличивается ценность информации. Она становится незаменимой².

Если принять более вульгарное значение понятия «информация», то с эволюцией не биосферы, а ее связей с одной из своих неотрывных, но чрезвычайно разрушительных частей — с человечеством, роль информации еще больше возрастает. И становится все более важной не просто информированность людей о состоянии биосферы, но знание ее информационно-управленческих сетей. Осознание обществом кризисности ситуации в биосфере и темпы его реакции на надвигающийся, вернее, уже разразившийся, глобальный экологический кризис чрезвычайно замедлены и угрожают людям не просто невзгодами, но физической гибелью. По некоторым оценкам, для реализации достижения различных целей у человечества осталось от 40 до 100 лет. При этом нет никакой гарантии, что катастрофические процессы типа развития новейших летальных заболеваний не произойдут раньше.

Следующие четыре раздела главы посвящены непосредственно взаимоотношениям человека и природы, или, если можно так выразиться, психологическим слабостям человечества и теоретическим возможностям выхода из кризисной ситуации.

3.12. ЗАКОНЫ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕК — ПРИРОДА

- Правило исторического роста продукции за счет сукцессионного омоложения экосистем
- Закон бумеранга, или закон обратной связи взаимодействия человек — биосфера П. Дансеро (четвертый закон Б. Коммонера)
- Закон незаменимости биосферы
- Закон обратимости биосферы П. Дансеро
- Закон необратимости взаимодействия человек — биосфера П. Дансеро
- Правило меры преобразования природных систем
- Принцип естественности, или правило старого автомобиля
- Закон убивающей отдачи А. Тюрго — Т. Мальтуса
- Правило демографического (техничко-социально-экономического) насыщения
- Правило ускорения исторического развития

¹ Реймерс Н. Ф. Системные основы природопользования//Философские проблемы глобальной экологии. М.: Наука, 1983. С. 121—161.

² Волькенштейн М. В. Эволюция и физика//Онтогенез, эволюция, биосфера. М., 1989. С. 228—241.

Прежде всего, существует ли такая система? Как система взаимосвязей, безусловно. Тип её — «потребитель — корм», или в приложении к человечеству «потребитель — ресурсы». С точки зрения характера взаимоотношений человек выступает как «разумно-неразумный паразит»: по угрозам глобальных последствий и результатам локальных экологических катастроф, а также по общему ходу процесса разрушения среды обитания (см. закон шагреневой кожи, разд. 3.15) он неразумен, но по декларируемому стремлению к сохранению этой среды он разумен. Пока в одних случаях благие пожелания и естественные механизмы приводили к относительному равновесию в системе взаимоотношений человек — природа, в других — к дисбалансу в ней.

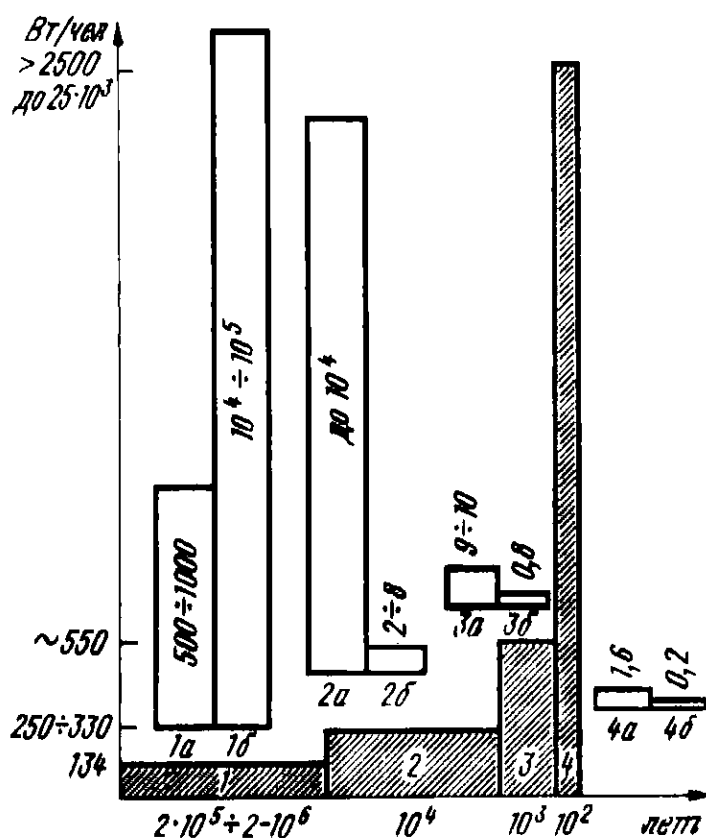
Полное уничтожение отдельных видов, экосистем и увеличение темпов опустынивания делает человека неразумным потребителем. Одновременно нынешняя скорость роста его популяций может быть охарактеризована как аномальная. Специалисты показывают, что общая численность людей превышает допустимую от 3 до 10 раз. Естественно, допустимость определяется не по биологическим потребностям человека в пище и т. д. (см. главу 7), а по качеству жизни, достойному конца XX века, и тому удельному давлению на среду, которое возникает при стремлении к обеспечению этого качества существования.

Как аргументированно показал В. Г. Горшков в цитированной в предыдущем разделе книги, биологически человек на предисторической фазе развития уже отличался от всех других соразмерных млекопитающих исключительной подвижностью, как правило проходя в сутки по меньшей мере вдвое большее расстояние, чем они. Люди жили в условиях энергетической недостаточности, охраняли вынужденно огромную кормовую территорию, в пределах которой постоянно или периодически кочевали. При этом однако они весьма долгое время оставались в рамках очень скромного энергетического лимита (рис. 3.8).

Переход к пастбищно-кочевому скотоводству и подсечно-огневому земледелию привел к удвоению энергозатрат и в варианте замены собирательства кочевым скотоводством малой экономией площадей, тогда как подсечно-огневое земледелие территориально эффективней на 2—3 поряд-

Рис. 3.8. Исторические изменения во вложении антропогенной энергии для получения пищи и удельного пространства, необходимого для прокормления одного человека:

1— собирательство (1а) и первобытная охота и рыболовство (1б); 2— первобытное пастбищно-кочевое скотоводство (2а) и подсечно-огневое земледелие (2б); 3— традиционное пастбищное скотоводство (3а) и традиционное земледелие с использованием рабочего скота (3б); 4— стойловое скотоводство (4а) и современное земледелие (4б). По горизонтали — длительность периода доминирования хозяйства данного типа в годах; по вертикали — количество энергии в Вт на 1 чел. Незаштрихованные столбики — площадь в га, необходимая для прокормления одного человека (по данным В. Г. Горшкова, 1990)



ка. Это позволило снизить подвижность человека, что в свою очередь создало предпосылки для формирования общества со свойственным ему разделением функций, культурной специализацией. Но этот процесс должен был иметь адекватный ответ в природных механизмах. Уже на фазе примитивного охотничьего промысла выработались приемы выжигания угодий для более быстрого роста трав и потому привлечения животных (биотехническая революция). Сукцессионно зрелые экосистемы, изначально бывшие основой для собирательства, постепенно исчезали и их сменяли производные ценозы. Последние продуктивнее климаксовых, но имеют совершенно иные экологические характеристики (разд. 3.8 и 3.9).

Следующий этап исторического развития человечества и его взаимоотношений с природой характеризуется резким снижением потребности в земле для прокормления одного человека, но новым удвоением энергозатрат и дальнейшим сукцессионным омоложением экосистем. К тому же многовидовые ценозы все в большей степени сменяются пастбищными олигокультурами и земледельческими монокультурами. Агросистемы теряют свойство стабильности и устойчивости, то же происходит с домашними животными и культурными растениями. Природная среда постепенно вытесняется квазиприродными образованиями. Современным историческим финалом является переход на эксплуатацию предельно омоложенных экосистем и даже от естественного к искусственному плодородию почв. Экосистемные методы допинга с помощью сукцессионного омоложения были исчерпаны. Это привело к резкому скачку энергозатрат, увеличившихся в 5—50 (в среднем около 20) раз. Рост биологической продуктивности за счет омоложения природных систем закончился. Дальнейшее увеличение вложения антропогенной энергии в земледелие ведет к разрушению природных структур, что делает очевидным вывод о необходимости перехода к закрытым системам земледелия, его индустриализации. Другим способом увеличить эффективность сельскохозяйственного производства невозможно. Если человечество в течение длительного времени пользовалось результатами действия *правила исторического роста продукции за счет сукцессионного омоложения экосистем*, то теперь этот путь интенсификации закрыт. Отсюда возможность и необходимость сокращения размеров эксплуатируемых территорий. В. Г. Горшков полагает, что необходимо десятикратное их сокращение и доведение «полностью искаженной биоты» до 1% от площади суши (с. 24 цитированной книги).

«Платой» за снижение подвижности человеческих популяций стало все большее «вгрызание» в литосферу, извлечение для хозяйственных нужд ранее эволюционно депонированной углекислоты и вообще органики: нефти, углей, газа и т. п. Допинг внешней (механической и химической) энергии — тот предел, за которым следует разрушение экосистем даже в трансформированном в агросистемы виде. Человечество уже использовало практически все резервы для интенсификации жизни и получения дополнительной урожайности в открытом грунте. Теперь необходимо переходить от эксплуатации открытых систем к использованию условно закрытых искусственных образований. Сукцессионно они «нулевого» возраста.

Ход исторических изменений связей между природой и человеком приводил к одновременным переменам в природе и в формах хозяйства. Очевидно, формы хозяйства менялись вследствие тех затруднений, которые проистекали от перемен в природе. В свою очередь перемены в хозяйстве вызывали цепные реакции в природе. Эта постоянная обратная связь получила название *закона бумеранга, или закона обратной связи взаимодействия человек — биосфера П. Дансеро (1957)*, иначе — *четвертого за-*

кона Б. Коммонера (1974): «ничто не дается даром». Среднее из перечисленных названий этого закона касается главным образом локальных процессов, два крайних — глобальных. По Б. Коммонеру, «...глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно и которое не может являться объектом всеобщего улучшения: все, что было извлечено из нее человеческим трудом, должно быть возвращено. Платежа по этому векселю нельзя избежать; он может быть только отсрочен»¹.

Неизбежность платежей подчеркивается также *законом незаменимости биосферы*. Его так или иначе формулировали многие авторы, начиная с В. И. Вернадского, а до него в менее четкой форме — Д. П. Марша и Э. Реклю. Приведу категоричные формулировки из книги В. Г. Горшкова: «Нет никаких оснований для надежд на построение искусственных сообществ, обеспечивающих стабилизацию окружающей среды с той же степенью точности, что и естественные сообщества. Поэтому сокращение естественной биоты в объеме, превышающем пороговое значение, лишает устойчивости окружающую среду, которая не может быть восстановлена за счет создания очистных сооружений и перехода к безотходному производству... Биосфера... представляет собой единственную систему, обеспечивающую устойчивость среды обитания при любых возникающих возмущениях... Необходимо сохранить естественную природу на большей части поверхности Земли, а не в генных банках и ничтожных по своей площади резерватах, заповедниках и зоопарках» (с. 221—222).

Незаменимая биосфера до поры до времени работала в рамках принципа Ле Шателье — Брауна (разд. 3.2.3.), что для этой фазы эволюции сформулировано в виде *закона обратимости биосферы П. Дансеро (1957)*: биосфера стремится к восстановлению экологического равновесия тем сильнее, чем больше давление на нее: это стремление продолжается до достижения экосистемами климаксовых фаз развития. Фактически это повторение закона стремления к климаксу (разд. 3.10) в приложении к взаимоотношениям типа природа — человек. Однако П. Дансеро тогда же сформулировал *закон необратимости взаимодействия человек — биосфера*: возобновимые природные ресурсы делаются невозобновимыми в случае глубокого изменения среды, значительной переэксплуатации, доходящей до поголовного уничтожения или крайнего истощения, а потому превышения возможностей их восстановления. Именно такова фаза развития системы взаимоотношений человек — природа в наши дни. Современная цивилизация и культура не обеспечивают стабильных условий существования на Земле ни жизни, ни человека как ее части.

Эта констатация требует формулировки *правила меры преобразования природных систем*: в ходе эксплуатации природных систем нельзя переходить некоторые пределы, позволяющие этим системам сохранять свойство самоподдержания (самоорганизации и саморегуляции) и обычно ограниченные заметным изменением природных систем трех сопряженных уровней иерархии (надсистем рассматриваемой системы). Поскольку это свойство и саморегуляция природных систем поддерживается двумя механизмами — соотношением экологических компонентов внутри системы и взаимодействием пространственно выраженных подсистем, систем того же уровня и надсистем в их иерархии, то сформулированное правило справедливо для обоих этих механизмов. Надсистема более высокого (четвертого и выше) уровня иерархии, как уже было упомянуто, может поддер-

¹ Коммонер Б. Замыкающийся круг. Л.: Гидрометеиздат, 1974. С. 32.

живать некоторые подсистемы разрушенной системы низшего уровня, но не восстанавливать их. Например, черноземы, возникшие в результате зонального биогеоценотического процесса в лугостепях и лесостепях, после их распашки зонально поддерживаются, но постепенно деградируют, сохраняя при этом тенденцию к восстановлению лишь при создании естественных условий их образования, т. е. нижних уровней природных надсистем.

Из правила меры преобразования природных систем следует ряд выводов:

1. Единица (возобновимого) ресурса может быть получена лишь в некоторый, определяемый скоростью функционирования системы (и их иерархии), отрезок времени. В течение этого отрезка нельзя переходить рубежи ограничений, диктуемых всеми теоремами экологии, изложенными в предыдущих разделах этой главы.

2. Перешагнуть через фазу последовательного развития природной системы с участием живого, как правило, невозможно (см. закон последовательности прохождения фаз развития, разд. 3.2.2).

3. Рационально проведение хозяйственных мероприятий лишь в рамках некоторых оптимальных размеров, выход за которые в меньшую и большую стороны снижает их хозяйственную эффективность (закон оптимальности, разд. 3.2.1).

4. Преобразовательная деятельность не должна выводить природные системы из состояния равновесия путем избытка какого-то из средообразующих компонентов, т. е., если это необходимо, требуется достаточная компенсация в виде относительно необразованных природных систем, например, оптимальная лесистость и т. п. (см. разд. 3.9.1 и главу 5).

5. Преобразование природы (если оно не восстановительное, «мягкое») дает локальный или региональный выигрыш за счет ухудшения каких-то показателей в смежных местностях или в биосфере в целом. (Это также следствие закона внутреннего динамического равновесия и вышеприведенных законов бумеранга и необратимости взаимодействия человек — биосфера).

6. Хозяйственное воздействие затрагивает не только ту систему, на которую оно направлено, но и на ее надсистемы, которые, согласно принципу Ле Шателье — Брауна, «стремятся» нивелировать производимые изменения. В связи с этим расходы на преобразование природы никогда не ограничиваются лишь затратами на непосредственно планируемые воздействия. (Этот вывод скоррелирован со следствиями из закона внутреннего динамического равновесия).

7. Природные цепные реакции никогда не ограничиваются изменением вещества и энергии, но затрагивают динамические качества систем природы. Это также прямой вывод из закона внутреннего динамического равновесия.

8. Вторичное постепенно сложившееся экологическое равновесие, как правило, устойчивее, чем первичное, но потенциальный «запас преобразований» (т. е. будущих их возможностей) при этом сокращается. Это следует также из группы обобщений раздела 3.9.2.

9. Несоответствие «целей» естественно-системной регуляции в природе и целей хозяйства может приводить к деструкции природного образования (т. е. силы природы и хозяйственных преобразований при большей величине последних в ходе противоборства сначала «гасят» друг друга, а затем природная составляющая начинает разрушаться). Вывод коррелирует с законом необратимости взаимодействия человек — биосфера.

10. Технические системы воздействия в конечном итоге (в длительном интервале времени) всегда менее хозяйственно эффективны, чем направляемые естественные. Этому вопросу в значительной мере посвящен раздел 3.14. Здесь мы обратим лишь внимание на *принцип естественности, или правило старого автомобиля*: со временем эколого-социально-экономическая эффективность технических устройств, обеспечивающих «жесткое» управление природными системами и процессами, снижается, а экономические (материальные, трудовые, денежные) расходы на их поддержание возрастают. Кажется, достаточно понятно, что дряхлеющие технические устройства в конечном счете становятся нерентабельными и их необходимо заменять. В то же самое время самовозобновляющиеся и саморазвивающиеся природные системы представляют из себя «вечный» двигатель, не требующий экономических вложений до тех пор, пока степень давления на них не превышает их возможностей к восстановлению. Еще раз к принципу естественности мы обратимся в разделе 3.14.

В силу того, что антропогенное преобразование природных систем имеет достаточно четкие ограничения, выявляются некоторые более частные закономерности. Первое из этих обобщений — *закон убывающей отдачи А. Тюрго — Т. Мальтуса*. В современной трактовке его формулировка должна быть следующей: повышение удельного вложения энергии в агросистему не дает адекватного пропорционального увеличения ее продуктивности (урожайности). Длительные споры вокруг этого закона окончились тем, что он стал азбучной истиной сельскохозяйственной экологии. Падение энергетической эффективности сельскохозяйственного производства общеизвестно¹. К закономерностям подобного рода мы снова вернемся в разделе 3.14. Сейчас лишь напомним, что среднее соотношение вложения энергии и энергии урожая (эксергия) в сельском хозяйстве США в 1910 г. составляло 1:1, а с 70-х гг. оно подошло к 10:1. Это явление связано с заменой ручного труда механическим, а естественного плодородия почв искусственным. Кроме того, увеличение урожаев требует сдвига в соотношении экологических компонентов, подавлении в агросистеме консументов и активизации продуцентов, что дается только значительным вложением энергии. В силу непропорциональности соотношения экологических компонентов при их количественном изменении (см. закон оптимальной компонентной дополнителности и весь раздел 3.9.1), это вполне закономерно.

Обратные связи изложенных выше закона бумеранга и правила меры преобразования природных систем дают природную подоснову *закона, или правила демографического насыщения*: в глобальной или регионально изолированной совокупности количество народонаселения всегда соответствует максимальной возможности поддержания его жизнедеятельности, включая все аспекты сложившихся потребностей человека. Фактически это отражение законов максимального «давления жизни» (разд. 3.4.1) и давления среды жизни, или закона ограниченного роста (разд. 3.5.1). Однако человечество создает давление на среду не столько биологически, сколько техногенно. Вместо демографического насыщения как такового возникает насыщение разрушительной техникой, поэтому правило может быть названо *принципом технико-социально-экономического насыщения*. Человеку же как живому существу отводится место страдающей стороны.

¹ Эти вопросы хорошо освещены в книге: Ф. Рамада. Основы прикладной экологии: Воздействие человека на биосферу. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 543 с. Краткая сводка сделана также в моем словаре «Природопользование» (М.: Мысль, 1990, статья «Вложение энергии в земледелие»).

Фактически сейчас в мире наблюдается не демографическое насыщение, а с учетом всех потребностей человека, чрезвычайное перенасыщение (глава 7). Несоблюдение правила демографического насыщения дает резкий дисбаланс в системе взаимоотношений человек — природа. К этому сдвигу равновесия может добавиться воздействие группы биоэкологических факторов, зависящих от плотности видового населения. Теоретически возможна ситуация, когда оба ограничивающих механизма реализуются одновременно, и произойдет демографическая катастрофа. Однако исходя из той же теории, это может и не произойти в случае достаточно быстрого включения действия *правила ускорения исторического развития*: чем стремительнее под воздействием антропогенных причин изменяется среда обитания человека и условия ведения им хозяйства, тем скорее по принципу обратной связи происходит перемена в социально-экологических свойствах человека, экономическом и техническом развитии общества (знак процесса может быть положительным и отрицательным). Поскольку производительные силы общества опосредуют связь между природой и обществом (при этом человек входит как в первую, так и во второе), а антропогенные воздействия являются движущей силой в действии закона ускорения эволюции и быстро меняют среду развития самого общества, трехчленная система «природа — производительные силы — производственные отношения» развивается с тенденцией к самоускорению процессов. В ответ на ухудшающиеся показатели среды жизни возникают механизмы, стремящиеся ее улучшить (смена поколений техники, ресурсосберегающее наукоемкое производство, демографическое регулирование — см. главу 6).

Вопрос лишь в том, насколько ускорение исторического развития человечества будет соответствовать сбою в действии правила демографического насыщения и принципа Ле Шателье — Брауна (разд. 3.2.3). Пока историческое развитие явно отстает, и это создает реальную опасность для благополучия людей. Очень значимо также общесистемное правило (закон) одновременности развития (изменения) подсистем в больших системах (разд. 3.2.2). Если наиболее развитые страны мира выйдут на качественно новый уровень и «подтянут» остальные менее развитые страны, то ситуация может миновать острый кризис и не перерасти в катастрофу. Но для этого необходимо включение ряда новых глобально-политических, правовых и экономических механизмов, некоторые из которых упомянуты в главе 6. Понадобится и широкое осознание действия ряда принципов, изложенных в разделе 3.15. Сейчас положение очень зыбкое, и многие специалисты полагают, что человечество, если оно хочет сохранить цивилизацию, должно решить экологические проблемы в ближайшие десятилетия. Угрозы растут, чего нельзя сказать о способности людей их устранять.

3.13. ЗАКОНЫ СОЦИАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ

- Правило социально-экологического равновесия
- Принцип культурного управления развитием
- Правило социально-экологического замещения
- Закон исторической (социально-экологической) необратимости
- Закон ноосферы В. И. Вернадского

Только что сказанное о соотношении скоростей демографического насыщения, вообще давления общества на среду жизни и изменений в самом обществе можно сформулировать в виде *правила социально-экологического равновесия*: общество развивается до тех пор и постольку, поскольку сохраняет равновесие между своим давлением на среду и восстановлением этой среды — природно-естественным и искусственным. Так как внешние условия исторического развития — среда жизни людей и функционирования их хозяйства — разрушены или заметно нарушены, то воспроизводство природных ресурсов и поддержание социально-экологического равновесия требуют значительных материальных, трудовых и денежных ресурсов. Эпоха «независимого» от природы, экстенсивно-экспансивного развития человечества окончилась.

Констатация подобного рода требует выяснения путей дальнейшего развития и механизмов, способствующих этому развитию. Этап экстенсивного прогресса общества имел основания в виде широчайшего распространения людей — их панэйкуменности, максимального стремления человечества к «покорению» природы, увеличению ее продуктивности путем сукцессионного омоложения (разд. 3.12), возрастания энергопроизводства, роста численности трудоспособного населения (что вело к общему увеличению числа людей) и быстрого оборота товаров (кто-то очень остроумно заметил, что предприниматели давно заменили бы всех рабочих автоматами и роботами, но они не ходят в магазины). Единственным критерием развития была экономическая прибыль, обогащение. Религия, обычаи и юридические законы формулировали правила поведения людей в их взаимоотношениях с природой и внутри общества в соответствии с только что сказанным. Культура и мораль как ее составная часть также соответствовали времени. Морально-религиозные каноны разделяли человечество на большие группы. Рост престижа обычно соответствовал количеству денег, религиозному и политическому могуществу, степени общественной агрессивности. Все это в конечном итоге было направлено на поддержание равновесия между развивающимся обществом и средой его развития. Таков *принцип культурного управления развитием*, достаточно ясно сформулированный В. Г. Горшковым в неоднократно упоминавшейся книге (с. 220).

Современный этап социально-экологического развития характеризуется наложением жестких лимитов на любую экспансию, о чем будет подробно сказано в главе 6. Экономическое развитие может быть успешным лишь в рамках экологических ограничений. Если они не соблюдаются, дальнейшие расходы на реанимацию и искусственное воспроизводство природы делаются аномальными для человечества. Оно не может восстановить природно-ресурсный потенциал. Возникает межрегиональная конкуренция религиозно-культурных подсистем. При этом образуются пары сил. В Европе это была пара централизованно-административная (фашистско-коммунистическая) и свободного рынка. В Азии сейчас сложилась пара исламского фундаментализма и противостоящие ему сионизм и индуистско-буддийский мир Южной Азии. Дело не в названиях и даже не в сути учений, а в конкуренции за ресурсы и пути развития. В Европе западный христианский¹ выбор свободного рынка и римского права победил и не мог не победить, поскольку жесткие популяционно-урavnительные системы исторически недолговечны (напомню «правило старого автомоби-

¹ Чтобы не уклоняться от темы этой главы, вопрос о необходимости модернизации религиозной морали, возможно, создания новой религии, рассмотрен в главе 6.

ля», упомянутое в предыдущем разделе). Мир права и свободного рынка противостоял тоталитарно-авторитарной парадигме развития, исторически давно обреченной. Нынешняя пара сил такого же рода: исламский фундаментализм — система жесткая, бескомпромиссная, экологически основанная на природоразрушительной экспансии, а экономически на относительном богатстве природными ресурсами, прежде всего нефтью. Противостоящие силы, пожалуй, не менее жесткие, но в основе менее экспансивные. Столкновение потому и вероятно, что противоборствующая пара близка по свойствам и в конечном счете противостоит развитому миру (само государство Израиль лишь исторически случайно оказалось в гуще событий, при его отсутствии, быть может, существовал бы иной географический театр действий, но функционально они все равно бы происходили).

Было бы весьма наивно предполагать, что создание палестинского арабского государства разрешило бы природно-ресурсные проблемы, связанные с демографическим и экономическим давлением. Исламский фундаментализм экспансивен по своей эколого-социально-экономической основе. И дело тут не в отдельных личностях, а в историческом процессе. Единственное решение проблемы — в глубокой перестройке культуры и модернизации исламской и буддийской религий в соответствии с требованиями эпохи. Сами же эти процессы, видимо, будут чреваты кровавыми социальными взрывами, если не возрастет уровень культуры народов, их социальный статус и не изменится международное право, все взаимоотношения в глобальной социоэкологической системе (глава 6).

При этом важно указать, что закон культурного управления развитием есть отражение глубоких взаимодействий между обществом и природой с одной стороны, и обществом и человеком, социальными группами с другой. А одновременно это отрицательная связь между обществами, противостоящими друг другу по культурным традициям, также сложившимся в результате исторического процесса взаимодействий в цепи «природа — общество — человек». Упрощенно говоря, конкурентные отношения обществ на фоне меняющейся среды их обитания трансформируют макроисторические процессы, ведущие к политико-экономической эволюции и самих обществ.

Потребности человека, как будет показано в главе 7, отчасти социально-экологически заместимы. Исключение составляют лишь так называемые основные нужды, главным образом физиолого-психологические. Из *правила социально-экологического замещения* следует и то, что способы такого замещения могут быть различными. Даже незаменимые потребности удовлетворяются разными путями — собирательством, промыслом, скотоводством, земледелием и т. д. Все эти формы хозяйства различно воздействуют на природу и ее же условиями определены. Известны различные способы «преобразования» природы. Например, развитие сельского хозяйства в охотничье-промысловых районах или земледельческих оазисов в пастбищно-промысловых районах или земледельческих оазисов в пастбищно-скотоводческих местностях. Более того, доминирующая культура способна менять сам тип хозяйства. Примером может служить граница между скотоводческой Калмыкией и земледельческим Ставрополем, где сравнительно узкая полоса (3—5 км) Чограйского водохранилища (Маньчской впадины) разделяет буквально два мира культур, хотя природные условия очень близки, если не идентичны. К югу — цветущее земледелие, к северу — сухие степи.

Пройдя какую-то фазу взаимодействий с природой, общество как правило не может вернуться на предыдущую ступень, если не произойдут какие-то катастрофические социально-экологические явления, ведущие к

общественной деградации. Но и такая деградация не есть возврат к историческому прошлому. Скорее, это угасание собственной, а затем восприятие новой «импортной» культуры.

В истории наблюдались случаи, например, перехода от земледения к кочевому скотоводству и от него вновь к земледелию (Западная Сибирь). Были и факты угасания цивилизаций, очень ярко проявившиеся у народов майя и ацтеков. Культура последних пала под ударами испанских колонизаторов, т. е. под давлением иной, чужеземной культуры, оказавшейся более жизнеспособной. Цивилизация майя, видимо, погибла в результате глубокого социально-экологического кризиса: демографическое давление тут было доведено до предельных величин, правило социально-экологического равновесия нарушено¹, и минимальных внешних и внутренних аномалий было достаточно, чтобы произошло угасание культуры.

Приблизительно то же неоднократно происходило с цивилизациями, базировавшимися на орошаемом земледелии (в частности, Центральной и Средней Азии). Механизм всюду был в основе единым. Социально-экономическое развитие вело к расширению хозяйства и быстрому росту населения. Война давала добычу. Расцветала культура и зодчество. Давление на среду возрастало. Использование ресурсов увеличивалось. Убыстрялись ресурсные циклы — многократный сбор урожаев, несоблюдение правил смены полей, переувлажнение, засоление земель, слишком частое выжигание лесов при подсечно-огневом земледелии и лугов при скотоводстве. Плодородие земель падало, засоление требовало промывки почв. В ответ расширялись поля и ирригационные системы. Нарушался экологический баланс и увеличивалось водопотребление. Это требовало увеличения трудовых ресурсов, их отвлечения из сферы обороны, зодчества и т. п. Устанавливалась стойкая негативная связь. Все больше требовалось людей для освоения природных ресурсов, а этих ресурсов делалось все меньше. В конце концов и природных, и трудовых ресурсов для данных исторических условий начинало резко не хватать. Народ более не мог сам себя прокормить и не был в состоянии обороняться от врагов. По историческим меркам внезапно — за немногие годы, а то и за период войны, иногда скоротечной, цивилизация рушилась. Так ресурсно-экологический кризис перерастал в социально-экономический, а затем и в политический.

Однако все это были региональные, а не глобальные явления.

Время от времени высказываются гипотезы, сходные с теорией катастроф Ж. Кювье. Согласно им, человечество доходило до каких-то высот цивилизации, затем происходила катастрофа типа «атомной зимы», и все начиналось сначала. Едва ли такая точка зрения имеет под собой фактические основания, прежде всего археологические. Скорее, справедлив закон исторической (социально-экологической) необратимости: процесс развития человечества как целого не может идти от более поздних фаз к начальным, т. е. общественно-экономические формации, определенным образом взаимодействующие с природной средой и естественными ресурсами, не могут сменяться в обратном порядке. Как сказано выше, отдельные элементы социальных отношений (например, рабство, возродившееся в самых чудовищных формах в период сталинизма) в истории повторялись, возможно повторение и уклада хозяйства (упоминавшееся возвращение

¹ Учащение выжигания леса при подсечно-огневом земледелии сверх необходимой для восстановления плодородия земель периодичности и переэксплуатация ирригационных систем всегда дают относительно неожиданный срыв. Это и произошло в ареале культуры майя.

от оседлого к кочевому хозяйству), но общий процесс однонаправлен, как необратима и эволюция, согласно закону Л. Долло (разд. 3.2.2). Иное представление кажется абсолютно нелогичным: меняется природная среда, меняется человечество, и принятие концепции обратимости было бы согласием с тем, что в одну и ту же реку можно войти дважды, да еще и не состарившись ни на миг. Об этом всем можно было бы и не писать, если бы концепция обратимости прочно не засела в головах некоторых людей. Этому можно лишь удивляться.

Но если социально-экологический процесс направлен, как и вся эволюция (разд. 3.4.1), то в какую сторону? В общем виде на этот вопрос отвечает закон ноосферы В. И. Вернадского (1944): биосфера неизбежно превратится в ноосферу, т. е. в сферу, где разум человека будет играть доминирующую роль в развитии системы человек — природа. Иными словами, хаотичное саморазвитие, основанное на процессах естественной саморегуляции, будет заменено разумной стратегией, базирующейся на прогноз-но-плановых началах, регулировании процессов естественного развития. Это управление, безусловно, может быть лишь «мягким». В нем можно только следовать законам природы и развития общества. Лишь благо и заинтересованное понимание, а не насилие и волюнтаризм могут быть в основе формирования ноосферы. Все это не означает «золотого века». Человечеству придется решать массу тяжелых для нового времени проблем, но это будут иные, чем сейчас проблемы. Возможно, мы могли бы воскликнуть: «Нам бы их проблемы!» Но не будем торопиться с выводами.

Основоположники учения о ноосфере — Э. Леруа, П. Тайяр де Шарден, В. И. Вернадский, отчасти П. А. Флоренский — вкладывали в понятие «разум человека» и божественное начало (снисхождение к людям божественного разума), что следовало из их общего мировоззрения. В приведенной формулировке закон ноосферы кажется логичным, поскольку человечество как часть природы, превратившись в разрушительную общемировую «геологическую» силу, вольно либо окончательно разрушить биосферу, а тем самым уничтожить себя, либо сохранить и ее, и собственное существование. Как всякая религиозная и любая иная социальная утопия, а именно так совершенно справедливо назвал учение о ноосфере В. А. Кутырев¹, оно может быть определено в возвышенных словах: «...это гармоническое соединение природы и общества, это торжество разума и гуманизма, это слитая наука, общественное развитие и государственная политика на благо человека, это мир без оружия, войн и экологических проблем, это мечта, цель, стоящая перед людьми доброй воли, это вера в великую миссию науки и человечества, вооруженного наукой» (Барсуков В. Л., Яншин А. Л. // Вестник АН СССР. 1988. № 6. С. 56; цит. по статье Кутырева В. А.). Мечта и вера, конечно, светлая, но весьма далекая от реальности и недостаточная ни как научный прогноз, ни как определение закона ноосферы, хотя сам закон, безусловно, справедлив. Он точен в том смысле, что если человечество не начнет разумно регулировать свою численность и давление на природу, сообразуясь с ее законами, биосфера в измененном виде может сохраниться, но цивилизация, а не исключено, и вид *Homo sapiens* погибнут. Развитие постантропогенной природы очень трудно прогнозировать, но обратимость биосферы, согласно закону П. Дансеро (разд. 3.12), без воздействия человека достаточно высока.

Только предельная гуманизация общества (процесс тоже противоречивый и неоднозначный), относительно бесконфликтное его включение в сис-

¹ Кутырев В. А. Утопическое и реальное в учении о ноосфере // Природа. 1990. № 11. С. 3—10.

тему биосферы, основанное на использовании только прироста ресурсов, может спасти человечество. Управлять люди будут не природой, а прежде всего собой. И в этом смысл закона иоосферы.

Космические утопии, порой в своей основе крайне реакционные, даже не заслуживают анализа. Достаточно привести афоризм М. Борна о значении космических путешествий: триумф интеллекта и трагическая ошибка здравого смысла. Никакие научные логические посылки не говорят о возможности внеземной жизни человека. Скорее всего безудержный космизм — это отражение земного экспансионизма и извечного стремления к экстенсивному развитию, атавизм культуры прошлого. Как элемент познания космические исследования весьма полезны. Как способ бегства с Земли космизм антигуманен и ненаучен. Образио — это культ Демона. Со всеми вытекающими из него издержками...

Однако вернемся на реальную грешную землю и перейдем к анализу природных и социальных закономерностей и их проявлению в области природопользования.

3.14. ЗАКОНЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

- Закон ограниченности (исчерпаемости) природных ресурсов
- Закон соответствия между развитием производительных сил и природно-ресурсным потенциалом общественного прогресса
- [Правило основного обмена] (разд. 3.2.3)
- Закон увеличения наукоемкости общественного развития
- Правило интегрального ресурса
- Закон падения природно-ресурсного потенциала
- Закон снижения энергетической эффективности природопользования
- [Закон убывающей отдачи] (разд. 3.12)
- Правило меры преобразования природных систем
- Правило (неизбежных) цепных реакций «жесткого» управления природой
- [Принцип естественности, или правило старого автомобиля] (разд. 3.12)
- Правило «мягкого» управления природой
- [Закон совокупного (совместного) действия природных факторов] (разд. 3.5.1)
- Закон максимальный (равновесной) урожайности
- Закон максимума
- [Правило (закон) территориального экологического равновесия] (3.9.1)
- Правило (закон) компонентного экологического равновесия
- Закон предельной урожайности К. Пратта
- Закон убывающего (естественного) плодородия
- Закон снижения природоемкости готовой продукции
- Закон увеличения темпов оборота вовлекаемых природных ресурсов

В большинстве, если не во всех учебниках охраны природы и охраны окружающей (человека) среды проводится деление природных ресурсов на возобновляемые и невозобновляемые, истощимые, или исчерпаемые, и неистощимые — неисчерпаемые. Так как возобновимость ресурсов ограничена условиями их образования (всем блоком закономерностей, сведенных в разделы 3.5—3.11), то выделение группы неисчерпаемых природных ресурсов — удивительно стойкое заблуждение. Неистощимость ресурса подразумевает его бесконечность, хотя бы в сравнении с потребностями в нем (поскольку ресурсом служит лишь то, что необходимо в хозяйстве и

жизни человека). Условно неисчерпаемым ресурсом для первобытных людей, например, была территория Земли. Но поскольку человечество ныне стало безудержно и опасно растущим глобальным целым, а планета имеет четко ограниченные размеры, возникают два совершенно очевидных лимита. Первый — на ограниченном целом Земли не может быть ничего бесконечного (часть не может быть больше целого), следовательно, для человека нет неисчерпаемых природных ресурсов. И второй — растущая глобальная часть — человечество со своими все увеличивающимися потребностями легко исчерпывает ресурсы любой емкости. Для современного человечества территория планеты уже не только не может считаться необъятной, но делается исчезающе малой при всей ее громадной величине. Те ресурсы, которые кажутся неисчерпаемыми (вроде потока солнечной энергии и других мощных природных явлений) по сравнению с энергопотреблением человечества (разница, действительно, велика — табл. 3.1), оказываются резко ограниченными из-за лимитов востребования.

Энергетику тропосферы, как сказано в разделе 3.11, нельзя возмущать более, чем на тысячные доли энергопотока поглощения атмосферой и земной поверхностью. Мощность фотосинтеза, указанная в таблице 3.1, — величина не случайная¹. Совершенно ясно, что приходится признать действие закона ограниченности (исчерпаемости) природных ресурсов: все природные ресурсы (и естественные условия) Земли конечны. Эта конечность возникает либо в силу прямой исчерпаемости, либо в результате

Таблица 3.1. Потоки энергии у земной поверхности*
(в ТВт, 1 ТВт = 10¹² Вт)

Энергетические потоки	Мощность	Энергетические потоки	Мощность
Солнечная радиация:		ветер (диссипация ветровой энергии)	2 000
поглощение атмосферой и земной поверхностью	100 000	океанские волны (диссипации волновой энергии)	1 000
поглощение суши и океаном	80 000	фотосинтез	100
расход на испарение в атмосфере	40 000	гравитационная энергия падения всех осадков	100
турбулентные потоки тепла	10 000	энергия рек	3
перенос тепла с экватора к полюсам:		Другие виды энергии:	
атмосферой	10 000	геотермальная	30
океаном	2 000	вулканов и гейзеров	0,3
поглощение суши	20 000	приливов океана	1
испарение:		лунного света, падающего на поверхность Земли	0,5
сушей (эвакотранспирация)	5 000	света, падающего на Землю от всех звезд	0,001
растениями (транспирация)	3 000	Современное мировое энергопотребление человечества	10

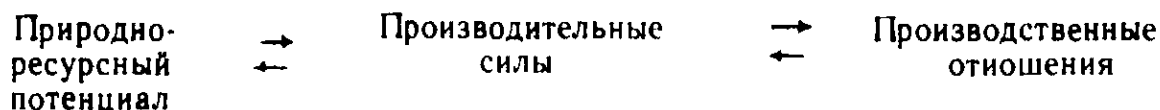
* Сводка дана по: Горшков В. Г. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды // Итоги науки и техники. Сер. Теоретические и общие вопросы географии. 1990. Т. 7. 238 с. С. 53—54.

возмущения среды обитания, делающейся непригодной для сложившегося хозяйства и жизни человека.

Ограниченность природных ресурсов, включая в это понятие и естественные условия развития человечества в историческом процессе, не могла не воздействовать на производительные силы общества, а через них

¹ Она не может быть случайной, так как есть результат длительной эволюции биоты и биосферы в целом.

на социальные отношения. Всегда наблюдалось соответствие между развитием производительных сил и природно-ресурсным потенциалом общественного прогресса. Этот закон следует из блока обобщений разделов 3.12 и 3.13. Кризисные ситуации возникают не только при дисбалансе в правой, но и в левой половине динамической системы:



Собственно, эта динамика в конечном счете служит внешней причиной общественного развития, подвергавшегося неоднократным испытаниям экологическими кризисами. Они были множественными (рис. 3.9), на что

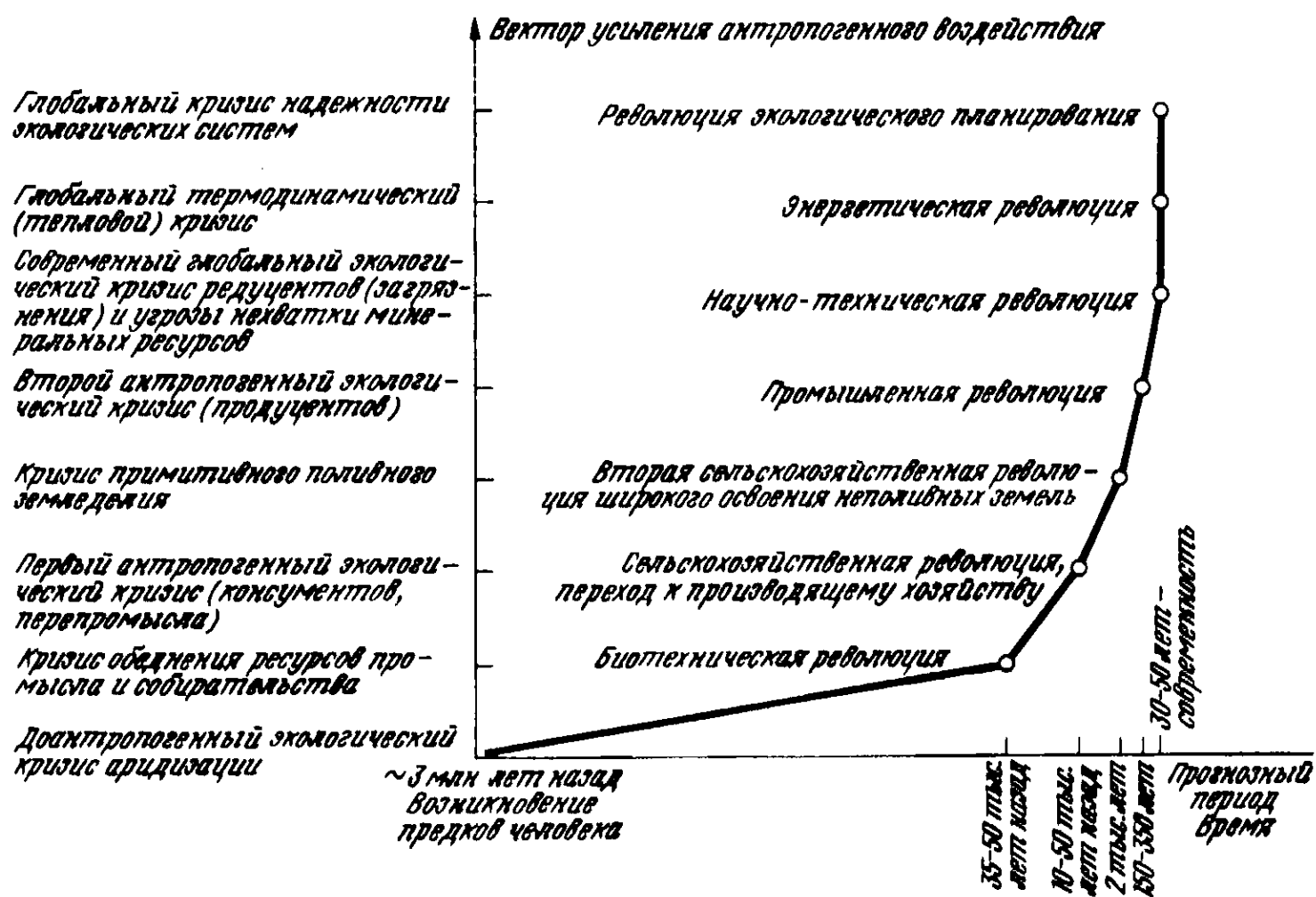


Рис. 3.9. Экологические кризисы и революции (масштаб условный)

я уже неоднократно обращал внимание¹. Однако наиболее признаны кризис перепромысла и современный экологический кризис, хотя не менее важен доантропогенный экологический кризис, давший толчок к возникновению разумных существ рода человек, и кризис продуцентов, заставивший человечество начать интенсивное использование минеральных энергетических источников. Важна и последовательность основных экологических кризисов. Древнейший из них был кризисом перепромысла крупных животных-консументов. «Средний», только что упомянутый кризис продуцентов был эпохой перепромысла растительного материала (что, кстати, вместе с другими процессами вызвало дисбаланс в энергетических процессах). Наконец, современный экологический кризис наряду с чертами всех предшествующих оказался кризисом редуцентов, которые не в состоянии разлагать весь «букет» загрязнителей, производимых человечеством, осо-

¹ Вторично к этому вопросу мы возвратимся в заключительном разделе книги.

бенно тех, что не имеют природных аналогов, а потому и организмов для их утилизации и превращения в исходные химические элементы. Тут следует напомнить *правило основного обмена* (разд. 3.2.3) о преимущественном расходе вещества и энергии на самоподдержание системы. Рост материально-энергетических затрат, согласно закону снижения энергетической эффективности природопользования (см. ниже), как раз и происходит в связи с рассматриваемым правилом. Его нередко не осознают, сетуя на то, что промышленность или какая-то отрасль хозяйства в основном работают только на себя.

Соотношение между самодостаточным основным обменом и полезной работой в человеческом хозяйстве до определенной степени можно улучшить, как и любой коэффициент полезного действия (кпд). Однако следует помнить, что кпд — показатель для механических устройств, а не для крупных динамических систем. Если он для механизмов может быть весьма высок, хотя никогда не достигнет 100%, то эффективность сложных динамических систем лишь на короткое время может достигать относительно больших значений. Обычно эксергия невелика, системы работают с эффектом не более 30%. Остальное идет на основной обмен. Иначе не существовали бы сами системы, что следует из их определения как совокупностей, в которых внутренний обмен веществом и информацией превышает внешний обмен, а энергетические процессы однонаправлены от входа к выходу. Последующие обобщения являются следствиями закона основного обмена.

Очевидно, следует говорить о самодостаточности взаимоотношения основного обмена и производимой работы. У социальных систем есть тенденция к увеличению бюрократического аппарата, вообще непроизводительных затрат. При этом упор делается не на совершенствование внутренних структур с уменьшением затрат вещества и энергии извне, а наоборот, на все большее изъятие природных материалов для растущего, фактически паразитического, аппарата. Борьба с этими тенденциями сложно, но необходимо. Основным механизмом борьбы, вероятно, всегда будет конкуренция.

В силу все большей сложности взаимоотношений в системе природа — человек росла значимость информации — знания. Сначала это был традиционный опыт старших поколений, мало отличавшийся от научения в животном мире. Затем возникли религиозно-культурные системы (разд. 3.13). Наконец, согласно общему *закону увеличения наукоемкости общественного развития*, человечество стало приближаться к ноосфере в том понимании, которое освещено в предыдущем разделе главы. К этому вопросу мы еще раз вернемся в главе 6 при обсуждении процессов экологизации общественного развития.

Традиционная наука, разделенная на отдельные дисциплины, оказалась не в состоянии охватить весь процесс развития человечества в целом. Особенно это сказалось на природопользовании, разделенном в рамках недавнего прошлого СССР еще и по ведомствам, к тому же жестко административно управляемым без механизма обратной связи и здоровой конкуренции. Между тем совершенно очевидно, что существует и действует *правило интегрального ресурса*: конкурирующие в сфере использования конкретных природных систем отрасли хозяйства неминуемо наносят ущерб друг другу тем сильнее, чем значительнее они изменяют совместно эксплуатируемый экологический компонент или всю экосистему (во всей их иерархии) в целом. Совершенно очевидно, что это прямое следствие закона внутреннего динамического равновесия (разд. 3.9.1).

В рамках деления ресурсов на природные, или естественные (включая в это понятие природные условия ведения хозяйства), трудовые и материальные (см. главу 4) правило интегрального ресурса охватывает все упомянутые группы (рис. 3.10). При этом трудовые ресурсы оказываются

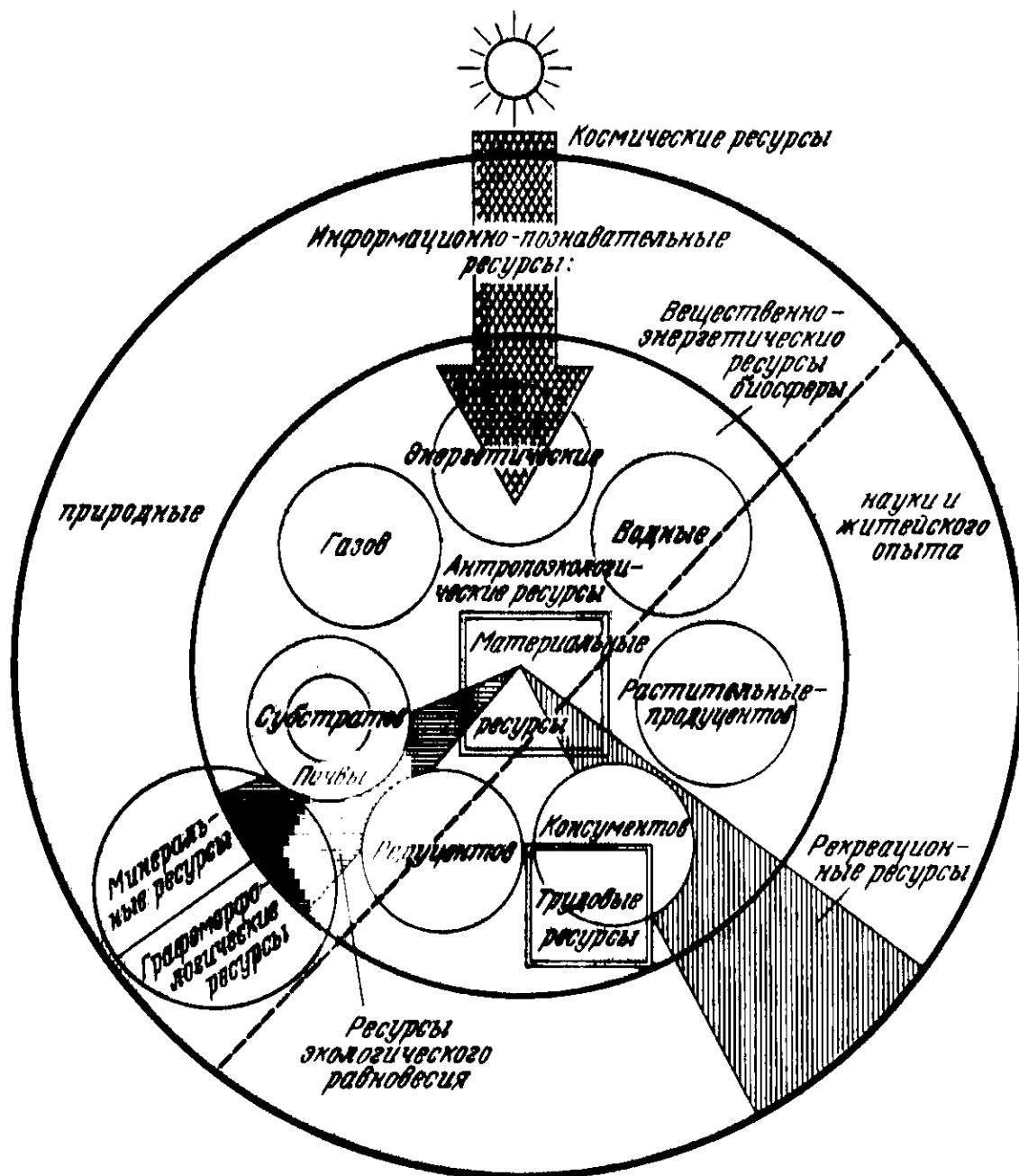


Рис. 3.10. Схема интегрального ресурса (вместо графоморфологические, следует читать — геоморфологические)

вовлеченными в интеграцию как биологически (человек — один из консументов), так и социально-экономически — через ресурсы поддержания экологического равновесия и рекреационные ресурсы, а также блок материальных ресурсов. В свою очередь этот блок тесно связан с природными и трудовыми ресурсами, поскольку всё, получаемое человечеством в виде материальных ценностей, в конечном итоге извлечено из природы путем приложения труда. В то же время природа служит источником информации, нередко теряемой при нерациональном природопользовании, например, при нарушении стратиграфически значимых слоев горных пород, утере руководящих ископаемых, разрушении экосистем и замусоривании ближайшего космоса, что уже препятствует астрономическим наблюдениям.

Конкурентное использование ресурсов затрагивает как все стороны природных систем, так и их отдельные компоненты. Пока эта конкуренция в основном носит локально-экономический и натурный характер. Мирового рынка природных ресурсов, или «экологического» рынка пока нет (см. гла-

ву б), что в условиях глобальности воздействий человечества на природу нельзя считать нормальным. В силу закона падения природно-ресурсного потенциала (в рамках одной общественно-экономической формации, способа производства и одного типа технологий природные ресурсы делаются все менее доступными и требуют увеличения затрат труда и энергии на их извлечение, транспортировку, а также воспроизводство) такой рынок обязательно сформируется, что уже в мире и происходит. В момент приближения природно-ресурсного потенциала к общественно неприемлемому уровню сменится технология и изменится общественная реакция, т. е. окончательно сформируется новая общественно-экономическая формация. Именно так идет образование постиндустриального общества «информированного социалистического капитализма», для которого характерны наивысшая значимость адекватной информации и наукоемкие отрасли хозяйства.

В рамках закона падения природно-ресурсного потенциала действует закон снижения энергетической эффективности природопользования. Отчасти мы уже этого вопроса касались (разд. 3.12) при обсуждении закона убывающей отдачи, а также рисунка 3.8, отражающего исторический рост энергопотребления на 1 человека для снабжения его пищей. Здесь мы еще раз возвращаемся к тому, что с ходом исторического времени при получении из природных систем полезной продукции на ее единицу затрачивается все больше энергии, а энергетические расходы на жизнь одного человека все время возрастают. Позволю себе повторить здесь ту же аргументацию,

Т а б л и ц а 3.2. Расход топлива на единицу промышленной продукции (СССР)

Показатель	1913	1940	1965	1970	1975	1982	1989
Валовой общественный продукт*	—	1	5,7	8,1	11,0	14,5	21,7
Произведенный национальный доход*	—	1	6,0	8,7	11,4	15,5	20,5
Израсходовано в пересчете на условное топливо, млн т	57,6	249,7	1117,3	1412,2	—	1692,2 (1981 г.)	1975,2
Расход топлива (усл. единиц) к уровню 1913 г.	1	4,2	15,6	19,4	24,5	29,3	34,3

* С учетом фактически действовавших цен. Данные сборников «Народное хозяйство СССР» разных лет.

Т а б л и ц а 3.3. Увеличение производительности сельскохозяйственного производства и снижение его энергетической эффективности (США)

Год	Одни фермер может прокормить жителей, чел.	Число единиц вложенной энергии на единицу получаемой полезной продукции
1850	4	—
1900	7	—
1910	—	1
1940	11	—
1950	—	6
1970	46	8
1974	55	10—12
до 1990	60	Стабилизация

Т а б л и ц а 3.4. Соотношение затрат энергии и получаемого эффекта (выпуск продукции в энергетическом выражении)

Способ хозяйства и регион	Соотношение
Подсечно-огневое земледелие, бассейн р. Конго	1/65
То же, Новая Гвинея	1/20
Возделывание кукурузы с применением удобрений, Нигерия	1/10,5
То же с использованием сельскохозяйственных машин, Филиппины	1/5
Производство кукурузы, США	1/2,0—2,5

что приводил в соответствующей статье словаря «Природопользование» (М.: Мысль, 1990. С. 157—159).

Расход энергии (в ккал за сутки) на одного человека в каменном веке был порядка 4 тыс., в аграрном обществе — 12 тыс., в индустриальную эпоху — 70 тыс., а в передовых развитых странах настоящего времени 230—250 тыс., т. е. в 58—62 раза больше, чем у наших далеких предков.

С начала нашего века количество энергии, затрачиваемое на единицу сельскохозяйственной продукции в развитых странах мира возросло в 8—10 раз, на единицу промышленной продукции — в 10—12 раз (данные по СССР есть в табл. 3.2, по США в табл. 3.3). Общая энергетическая эффективность сельскохозяйственного производства (эксергия — соотношение вкладываемой и получаемой с готовой продукцией энергии) в промышленно развитых странах примерно в 30 раз ниже, чем при примитивном земледелии (табл. 3.4). В ряде случаев увеличение затрат энергии на удобрения и обработку полей в десятки раз приводят лишь к весьма незначительному (на 10—15%) повышению урожайности. Это связано с необходимостью параллельно с улучшением агротехники учитывать общую экологическую обстановку, налагаемые ею ограничения.

В начале 80-х гг. удельные затраты энергии на производство единицы валового национального продукта (ВНП) в ходе решительных мер по ее экономии в промышленности развитых странах сократились на 15%. В течение последнего десятилетия ВНП возрос в этих странах на 20%, а потребление энергии лишь на 2%. Однако в то же самое время в развивающихся странах расход энергии увеличился на 24% и составил 10% от общемирового (против 5% в начале периода), т. е. имел тенденцию к быстрому росту. Несмотря на ожидаемое снижение потребления энергии на одну денежную единицу ВНП в кг условного топлива, общее увеличение ВНП и абсолютно необходимое возрастание валового национального дохода в развивающихся странах приведут к дальнейшему росту энергопотребления, а падение природно-ресурсного потенциала к росту энергетических затрат:

Потребление энергии на одну денежную единицу в кг условного топлива

	1978 г.	2000 г. (прогноз)
Развитые страны	0,68	0,53
Развивающиеся страны	0,70	0,65

Совершенно очевидно, что обсуждаемый закон имеет весьма важное практическое следствие: рост энергетических затрат не может продолжаться бесконечно. Значит, можно рассчитать вероятный момент неизбежного перехода на новые технологии промышленного и сельскохозяйственного производства, избежав тем самым термодинамического (теплого) кризиса и ослабив ход современного экологического кризиса.

Между тем этот кризис явно усиливается за счет попыток коренных преобразований систем природы с помощью технических устройств. Не соблюдая закона оптимальности (разд. 3.2.1) и вытекающего из него *правила меры преобразования природных систем*, а часто и ограничений, диктуемых более частными закономерностями и свойствами природных образований (типа пугливости оленей в тундре, не пересекающих при миграциях линий нефтепроводов), люди вызывают к жизни *правило (неизбежных) цепных реакций «жесткого» управления природой*: «жесткое», как правило, техническое управление природными процессами чревато цепными природными реакциями, значительная часть которых оказывается экологически, социально и экономически неприемлемыми в длительном интервале времени. Техногенные изменения вызывают действие закона внутреннего ди-

намического равновесия и значительное увеличение энергетических затрат согласно закону снижения энергетической эффективности природопользования. Связано это с тем, что энергоемкие природные процессы заменяются техногенными. Экономические цели, к которым стремятся люди, часто оказываются в тени мощных цепных реакций. Прекрасный пример этого — антропогенная катастрофа Аральского моря. Если бы было произведено перераспределение речных вод между Сибирью и Средней Азией, то закон внутреннего динамического равновесия и другие законы природы были бы настолько глубоко нарушены, что вполне вероятно была бы широко-региональная катастрофа, на этот раз уже не только в Приаралье, но и в Сибири.

Помимо природных цепных реакций «жесткое» техногенное управление вызывает к жизни действие *принципа естественности, или правила старого автомобиля* (разд. 3.12): со временем эколого-социально-экономическая эффективность технического устройства, обеспечивающего «жесткое» управление природными системами и процессами, снижается, а экономические расходы на его поддержание возрастают. Устаревшее техническое устройство делается ненужным и, хотя прошлые экономические затраты амортизированы физически и морально, нефункциональный объект «повисает» на обществе. Старые ирригационные системы, например, требуют реконструкции, и чем они шире, тем большие средства необходимы для этого. Подобные явления наблюдаются не только в области природопользования, но во всей экономической и отчасти социальной деятельности общества.

Например, груз ранее произведенных расходов на оружие в виде этого оружия и всего цикла его изготовления повисает на экономике страны, а конверсия требует огромных средств и сопровождается потерями для общества. Уничтожение оружия или его реконструкция потребляют много средств, иногда даже больше, чем первичное производство.

Как дипломатические переговоры желательней войны, так и «мягкое» управление природными процессами, системное направление их в необходимое русло с учетом законов природы в конечном итоге эффективнее грубых техногенных вмешательств. В этом суть *правила «мягкого» управления природой*. Такое управление построено на инициации полезных природных цепных реакций, в том числе процессов восстановления, возобновления ресурсов. Так построены биологизированные методы ведения «органического» сельского хозяйства (глава 6), наиболее прогрессивные методы ведения лесного хозяйства и т. д. На этом же принципе «мягкого» управления была основана широкая мелиорация, проводившаяся в прошлом веке генералом И. И. Жилинским в Белоруссии и в Сибири. Та же идея заложена в основе культивации ползащитных лесных полос, в докучаевской системе земледелия.

Раз уж затронут вопрос о сельскохозяйственном землепользовании, рассмотрим группу закономерностей, характерных для этой части общественной практики.

Прежде всего следует в обновленном виде повторить формулировку *закона совокупного (совместного) действия природных факторов Э. Митчерлиха — А. Тинемана — Б. Бауле* (разд. 3.5.1): величина урожая зависит не от отдельного, пусть даже лимитирующего фактора, но от всей совокупности экологических факторов одновременно. «Вес» (коэффициент действия) каждого отдельного фактора в их совокупном влиянии различен и может быть подсчитан (табл. 3.5).

Таблица 3.5. Коэффициенты действия некоторых факторов

Фактор	Коэффициент действия
Солнечная радиация	2,0 на единицу полной солнечной радиации
Температура почвы	0,01 на 1° С
Атмосферные осадки	0,003 на 1 мм осадков
Азот	0,122 на 1 ц N/га
Фосфор	0,6 на 1 ц P ₂ O ₅ /га
Калий	0,4 на 1 ц K ₂ O/га

Хотя выявленная закономерность справедлива лишь для случая монотонного действия факторов при условии максимального проявления каждого из них при неизменности остальных в рассматриваемой совокупности, она имеет большое значение в прикладной экологии и природопользовании. Ее учет показывает, что в рамках многофакторного анализа при стабильности значения всех других воздействий влияние одного фактора после достижения пика эффективности неминуемо снижается.

При самом благоприятном стечении обстоятельств на данном сельскохозяйственном поле закон максимальной (равновесной) урожайности будет составлен двумя «подзаконными актами» — правилами территориального и компонентного экологического равновесия (базирующихся на оптимальной компонентной дополнителности, возникающей внутри экосистемы данного уровня и в экосистеме более высокого уровня при территориальной дополнителности, также обеспечивающей нужное сочетание экологических компонентов) и законом оптимальности. Выше уровня, диктуемого этими закономерностями, урожай получить невозможно при любых ухищрениях, если не переходить от открытых систем ведения хозяйства к закрытым.

В концептуально расширенном виде, далеко выходя за рамки сельского хозяйства, можно говорить о законе максимума: в данном географическом месте при существующих природных (а чаще природно-антропогенных) условиях экосистема может произвести биомассу и иметь биологическую продуктивность не выше, чем это свойственно самым продуктивным ее элементам в их идеальном сочетании. Дальнейшее стимулирование ведет лишь к разрушению ее структур. Если когда-то Ю. Либих иллюстрировал закон минимума образом дырявой бочки, уровень жидкости в которой определяется ниже всех расположенной дырой, то противоположный по смыслу закон максимума можно иллюстрировать верхним срезом той же бочки — выше максимального объема бочки ее не наполнить. Если пытаться ее «растянуть», то она распадется на отдельные клепки и не сможет уже вместить никакой жидкости. Модель процессов в природе не столь механистична, но перенапряжение любой экосистемы в конечном итоге ведет к ее саморазрушению, как правило, отзывающемуся на нескольких ступенях иерархии взаимосвязанных природных систем.

Как неоднократно отмечалось выше, только естественные природные системы обеспечивают стабильность, устойчивость и их производное — надежность глобальной биосферы и ее крупнейших подразделений. В ра-

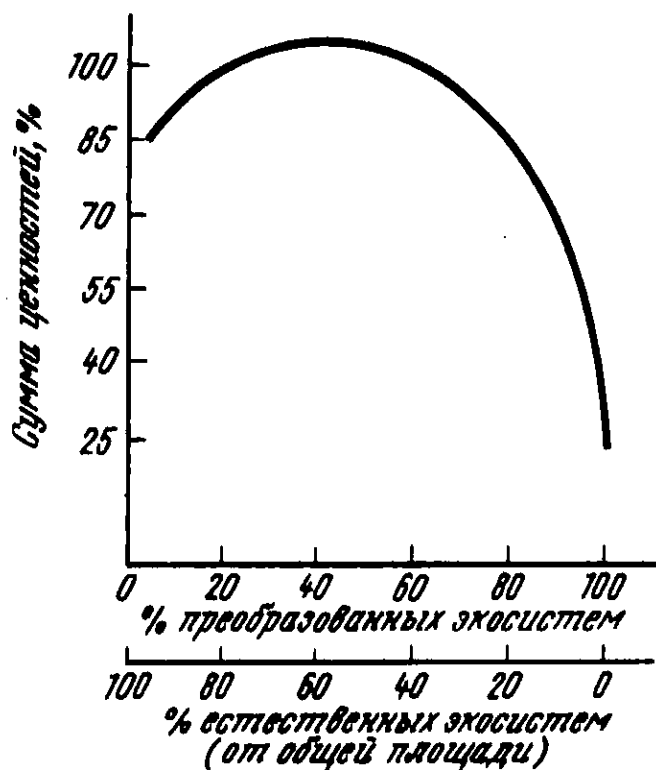


Рис. 3.11. Кривая Одумов — суммарный эколого-социально-экономический эффект при различных соотношениях площадей преобразованных и естественных экосистем. Целесообразное экологическое равновесие (100 % получаемых полезностей) возникает при соотношении 40 % первых и 60 % вторых (Одум Ю., Одум Г., 1972)

ботах Ю. и Г. Одумов¹ было показано, что максимальный урожай (а шире эколого-социально-экономический эффект), может быть получен при определенном сочетании площадей, преобразованных человеком, и естественных экосистем (рис. 3.11). Этот вопрос был ранее детально проанализирован нами². *Правило территориального экологического равновесия* может составить единый логический блок с законом оптимальной компонентной дополнительности (разд. 3.9.1). При соблюдении обеих этих закономерностей в рамках оптимального совокупного действия природных факторов с одной стороны, и качеств агрокультуры (интенсивности фотосинтеза возделываемой культуры, ее сорта и т. д.) с другой как раз и возникает ограничение закона максимальной (равновесной) урожайности. Сформулируем его еще раз: максимум биопродукции и сельскохозяйственного урожая лимитирован оптимальным сочетанием экологических компонентов; любое допинговое воздействие эффективно до тех пор и постольку, поскольку есть дополняющие его благоприятные экологические факторы. Вне этого взаимодействия дальнейшее вложение энергии, минеральных удобрений и тому подобного лишь разрушает экосистему и не дает позитивных для хозяйства результатов.

В частном случае удобрения полей действует *закон предельной урожайности К. Пратта* (1965), согласно которому излишнее внесение удобрений ведет не к увеличению, а снижению урожайности. Этот закон прямое, хотя и частное, подтверждение закона убывающей отдачи А. Тюрго — Т. Мальтуса (разд. 3.12). Вся совокупность правил и законов, связанных с урожайностью, может быть суммирована обсуждаемым законом максимальной (равновесной) урожайности, имеющим еще одно дополнение в виде *закона убывающего (естественного) плодородия* (не путать с законом убывающей отдачи!), имеющего два аспекта понимания.

Первая его трактовка: в связи с постоянными изъятиями урожая, а потому органики и химических элементов из почвы, нарушением естественных процессов почвообразования, а также при длительной монокульту-

¹ Odum E. P., Odum H. T. Natural areas as necessary components of mans total anvironment//Trans. 37-th N. Amer Wildlife and Resour. Conf., Mexico City, 1972. Washington, D. C., 1972. P. 178—189.

² Реймерс Н. Ф., Штильмарк Ф. Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 295 с. См. также главу 5 этой книги.

ре в результате накопления токсичных веществ, выделяемых растениями (самоотравления почв), на культивируемых землях происходит снижение естественного плодородия почв. К такому же результату ведет нерациональная агротехника, вызывающая эрозию почв, вымывание из нее коллоидов и мелкозема. Хотя ряд культур, например кукуруза, не выделяют токсичных для себя веществ, они плохо предохраняют почву от эрозии. Как известно, к настоящему времени примерно половина пахотных угодий мира, в различной мере потеряла плодородие, а полностью выбыло из интенсивного сельскохозяйственного оборота столько же земель, сколько сейчас обрабатывается (в 80-е гг. терялось около 7 млн га в год).

Второе толкование закона убывающего (естественного) плодородия: каждое последующее прибавление какого-нибудь полезного для организма фактора дает меньший эффект, чем результат, полученный от предшествующей дозы того же фактора, уже бывшего в достаточном для организма количестве. Фактически это повторение законов совокупности' (совместного) действия природных факторов Э. Митчерлиха — Б. Бауле (разд. 3.5.1), максимума, максимальной (равновесной) урожайности и предельной урожайности К. Пратта, сформулированных выше.

Увеличение наукоемкости и энергоемкости общественного производства приводит в действие два позитивных процесса, формулируемых в виде *закона снижения природоемкости готовой продукции*: удельное содержание природного вещества в усредненной единице общественного продукта исторически неуклонно снижается, и *закона увеличения темпов оборота вовлекаемых природных ресурсов*: в историческом процессе развития мирового хозяйства быстрота оборачиваемости вовлеченных природных ресурсов (вторичных, третичных и так далее) непрерывно возрастает на фоне относительного уменьшения объемов их вовлечения в общественное производство (относительно роста темпов самого производства).

Первый из законов в определенной степени действует даже в земледелии, поскольку происходит замена естественного плодородия искусственным, а открытого грунта закрытым. Площадь обрабатываемых полей снижается, а валовой урожай делается большим.

Возрастает миниатюризация изделий. Происходит замена весьма ресурсоемких производств менее расточительными, ресурсосберегающими. Например, что бы было, если бы вместо радиокommunikации шло наращивание связи по проводам? Растет и скорость ресурсного оборота, о чем говорит второй из упомянутых законов. Местами даже питьевая вода уже не имеет чисто природного происхождения, а оказывается продуктом реутилизации. Увеличение замкнутости природных циклов, наблюдавшееся в эволюции биосферы (разд. 3.11), охватывает и антропогенную составляющую.

Как сказано выше, выигрыш в природном веществе погашается проигрышем в энергии, что еще раз подчеркивает значимость закона снижения энергетической эффективности природопользования и накладываемого им и правилом одного процента (разд. 3.11) глобального ограничения на энергопроизводство.

В ряде случаев наблюдается квазиснижение природоемкости в отношении вещества. Она уменьшается, пример тому сельское хозяйство, в одном месте и возрастает в другом, откуда получают минеральные удобрения, нефтепродукты, пестициды — все составляющие роста энергетического потребления. Снижение удельного потребления вещества происходит лишь в тех областях, где резко увеличивается наукоемкость. Существует

обратная связь в цепочке «вещество — энергия — информация», когда при снижении потребления вещества резко возрастают два последних члена ряда.

Обобщения, касающиеся основных принципов природопользования, тесно переплетаются со всем массивом теорем экологии и непосредственно связаны с теоретическими основами охраны природы. Вероятно, существует поле закономерностей, особо характерных для охраны окружающей человека среды, но этот раздел человеческих знаний еще крайне слабо разработан. Читатели, вероятно, заметили, что если в главе 1 приведена табличная классификация наук экологического профиля, то подобных схем для охраны природы и среды жизни нет. Вместо этого предложена довольно громоздкая рубрикация. Дело в том, что если в охране природы (созологии) еще можно выделить отдельные дисциплины, то в охране окружающей человека среды (средологии, или энвайронментологии) такое выделение крайне затруднительно: области знания тут часто не имеют даже названия. Их заменяют указания на объект исследования. Нельзя же все время повторять «учение о... такой-то среде». Да и в охране природы идет повторение: охрана того-то и того-то (литосферы, почв...). А поскольку не сформулировано даже понятие научной дисциплины и отсутствует ее внутренняя классификация, очень трудно найти круг обобщений, которые должны войти в эту дисциплину. Требуется срочное решение этой проблемы. Хотя кой-какие принципы охраны природы, а уже — среды жизни и человека, все-таки разработаны.

3.15. ПРИНЦИПЫ ОХРАНЫ СРЕДЫ ЖИЗНИ, СОЦИАЛЬНАЯ ПСИХОЛОГИЯ И ПОВЕДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

- Закон шагренеовой кожи
- Закон неустранимости отходов и/или побочных воздействий производства (хозяйства)
- Закон постоянства количества отходов в технологических цепях
- Правило «экологичное — экономично»
- [Закон компонентно-экологического равновесия] (разд. 3.14)
- [Закон территориального экологического равновесия] (разд. 3.14)
- [Закон внутреннего динамического равновесия] (разд. 3.9.1)
- «Железные законы» охраны природы П. Эрлиха
- Принцип уникальности
- Принцип разумной достаточности и допустимого риска
- Принцип (правило) неполноты информации (неопределенности)
- Принцип инстинктивного отрицания — признания
- Принцип обманчивого благополучия, или эйфории первых успехов
- Принцип удаленности события
- Правило экономико-экологического восприятия Дж. Стайкоса
- «Законы» (афоризмы) Б. Коммонера

Обобщения в области природоохраны, как кажется, можно распределить в три группы. Первая из них объединяет вполне объективные данные о взаимосвязи природы и человека и могла бы дополнить раздел 3.12 о законах соотношения глобально-региональной природной системы и ее подсистемы — человечества. Вторая группа обобщений касается социальной психологии, взгляда людей на природу, субъективного отношения человека к ней, нередко скрытого от него самого. Иногда это приводит к весьма ощутимым, нередко плачевным результатам. Наконец, последняя

группа обобщений еще больше абстрагируется от реальных процессов и скорее указывает или рекомендует правила поведения, иногда даже с долей юмора или сарказма. Естественно, что математической точности от закономерностей второй и третьей группы ожидать не приходится.

Наиболее общим принципом или правилом охраны природы можно считать *закон шагреневой кожи*: глобальный исходный природно-ресурсный потенциал в ходе исторического развития непрерывно истощается, что требует от человечества научно-технического совершенствования, направленного на более широкое и глубокое использование этого потенциала.

Человечество в отличие от любого другого вида живых организмов живет не только за счет возобновимых ресурсов, но и абсолютно невозстановливаемого и незаменимого их запаса, к тому же чем дальше, тем в большей степени. Для жизни каждого человека в год необходимо 200 т твердых веществ, которые он с помощью порядка 800 т воды и в среднем 10^3 Вт энергии (см. рис. 3.8 в разд. 3.12) превращает в полезный для себя продукт. При этом часть твердого вещества меняет свою физическую и химическую структуру необратимо, энергия, накапливаясь в приземных слоях атмосферы и воздействуя на вышележащие слои, меняет всю геофизику и геохимию планеты, а дисперсные в естественных условиях вещества опасно для жизни концентрируются, отравляя среду жизни. Эти процессы идут по всей иерархии природных систем, и скорость сжимания природной шагреневой кожи прямо зависит от числа людей, «проедающих» ее.

Вопреки всем данным науки некоторые люди свято верят в «безотходное» производство, полагая, что именно так работают экосистемы. То, что это не так, хорошо известно и наглядно иллюстрируется накоплением биогенных геологических пород. Собственно, вся стратисфера планеты пронизана «отходами» биотических процессов. Последние лишь полузамкнуты, иногда в высокой, но не в абсолютной степени. В случае же хозяйственной деятельности существует мало осознаваемый *закон неустранимости отходов и/или побочных воздействий производства (хозяйства)*: в любом хозяйственном цикле образующиеся отходы и возникающие побочные эффекты неустранимы, они могут быть лишь переведены из одной физико-химической формы в другую или перемещены в пространстве. Если бы была реальная возможность избавиться от отходов, это было бы нарушением законов сохранения массы и энергии (разд. 3.2.3.). Суммарное количество отходов в виде вещества, энергии и побочных эффектов (изменения динамических качеств природных систем — их устойчивости, надежности и т. п.) фактически постоянно: в производственных циклах меняется лишь место их возникновения, время образования и физико-химическая или биологическая форма. Поэтому закон неустранимости отходов может быть дополнен *законом постоянства количества отходов в технологических цепях*.

Например, перевод транспорта на электротягу требует производства электроэнергии, а потому добычи первичного энергоносителя (угля, нефти, ядерного топлива и т. п.), строительства электростанций, электросетей, подстанций, станций зарядки или контактных сетей и т. п. Этот ряд по количеству отходов не лучше и не хуже ряда получения и переработки нефти в бензин и дизельное топливо. К тому же значительны потери при передаче энергии на большие расстояния. Выигрыш можно получить при прямом использовании газа как топлива для транспорта, поскольку в этом случае исключаются промежуточные этапы производственного цикла, а сам цикл короче. Получение электроэнергии от солнечных батарей требует

энергоёмких и трудоёмких производств этих батарей, материалов для них, а гидроэнергия в связи с кавитацией делает воды, проходящие через турбины, мертвыми, плотины задерживают твердый сток и т. д. и т. п., в результате чего резко меняется экологическая обстановка. Для ее восстановления необходимы сложные природные процессы — длинные природные цепные реакции, которые весьма ресурсоемки и идут с потреблением значительной энергии. Просто работа перекладывается человеком на природные системы.

Очистка, как всего лишь изменение физико-химической формы вещества, и перемещение загрязняющего начала в пространстве, может дать очень малый общий эффект, так как требует резкого возрастания энергетических расходов. Локально она весьма полезна, но следует помнить, что широко регионально и глобально в длительном интервале времени она неэффективна: выигрыш, получаемый в одном месте, погашается проигрышем, возникающим в других местах. Проблема может быть решена только снижением давления общества на среду жизни, через депопуляцию.

Практически обсуждаемый закон общесистемен — ассимиляции всегда соответствует пропорциональная диссимиляция, концентрации вещества — его рассеивание и т. д.

Чем более рациональный подход к природным ресурсам и среде обитания, тем меньше вложений необходимо для успешного развития. В связи с этим принципиально: экологичное всегда экономно, а потому в конечном счете экономично: приводит к меньшему увеличению энергетических затрат и всех других усилий, обусловленных обобщениями раздела 3.14. Возможно, из закона шагреневой кожи следует выделить *правило «экологичное — экономично»* как один из основополагающих принципов охраны природы и среды жизни: сохранение ресурсов в конечном итоге выгодно в социальном и экономическом отношениях, а к тому же оставляет время для кардинального решения демографических проблем.

До тех пор, пока природа не была внешним ограничением для хозяйственного развития, и существовал большой запас ресурсов, в том числе пространства, экологию и экономику можно было противопоставлять как антиподы. Ныне же усилия по воспроизводству природно-ресурсного потенциала сопоставимы с экономическими результатами эксплуатации природы. Там, где это не так, природно-ресурсный потенциал довольно быстро истощается, а результативность хозяйства падает (что следует из системного характера интегрального ресурса — разд. 3.14). Любой промысел (а такова была до последнего времени суть природопользования) постепенно вытесняется хозяйством, основанным на воспроизводстве ресурсов. Оно же не может не базироваться на экологии (глава 4).

Закон шагреневой кожи и правило «экологичное — экономично» имеют то ограничение, что на первых этапах все внимание людей привлечено к собственному обеспечению (см. ниже правило экономико-экологического восприятия Дж. М. Стайкоса). Внешняя среда производства принимается как неограниченная, неисчерпаемая. Не учитывается и психологически не может быть учтен принцип разумной достаточности и допустимого риска (см. ниже). Возникает цель, и она оправдывает средства. Имеется квази-благополучие, а возникшие угрозы не осознаются, поскольку они далеки по времени. Все это справедливо лишь в условиях большого запаса ресурсов. Чем их запас меньше, тем рациональнее должно становиться хозяйство в своих же собственных интересах. Однако и слишком низкий минимум ресурсопользования осуществляться не может, как невыгодно производить изделия слишком высокого качества. Поэтому рыночно устанавливается некая норма эксплуатации природных ресурсов и среды жизни. Ша

ренивая кожа не может не сжиматься, как нельзя не стареть в индивидуальной жизни. Соотношение экспансии в природу и ее сохранения — всегда исторически обусловленная норма. В наше время она уже приблизилась к такой величине, что экологичное делается всегда экономичным. В противном случае социальный ущерб оказывается слишком большим и общественно непринемлемым.

Степень использования природных ресурсов упирается в лимиты уже упомянутых в предыдущем разделе *законов компонентного и территориального экологического равновесия*, которые можно назвать первым и вторым фундаментальными законами сепортологии. Их несоблюдение ведет к природным дисбалансам и в конечном итоге к опустыниванию. В основе действия законов экологического равновесия лежат энергетические процессы (разд. 3.2.3.) и фактически подавляющее большинство всех изложенных в данном разделе закономерностей, так как в конечном итоге все упирается в биогенную миграцию атомов (разд. 3.10) и другие общебиосферные механизмы.

Столь же в конечном итоге вторичны по отношению к фундаментальным законам природы принципы или *«железные законы» охраны природы П. Р. Эрлиха*. Их пять:

1. В охране природы возможны только успешная оборона или отступление. Наступление невозможно: вид или экосистема, однажды уничтоженные, не могут быть восстановлены.

2. Продолжающийся рост народонаселения и охрана природы принципиально противоречат друг другу.

3. Экономическая система, охваченная манией роста, и охрана природы также принципиально противостоят друг другу.

4. Не только для всех других организмов, но и для человечества смертельно опасно представление о том, что при выработке решений об использовании Земли надо принимать во внимание одни лишь ближайшие цели и немедленное благо *Homo sapiens*.

5. Аргументы об эстетической ценности различных форм жизни, о том интересе, который они представляют сами по себе, или призывы к сочувствию по отношению к нашим, быть может, единственным живым спутникам в космосе в основном попадают в уши глухих. Охрана природы должна считаться вопросом благосостояния и в более далекой перспективе — выживания человека¹.

Первый из процитированных законов есть отражение законов необратимости эволюции Л. Долло (разд. 3.2.2) и эволюционно-экологической необратимости (разд. 3.9.2). Фактически он совпадает с законом необратимости взаимодействия человек — биосфера П. Дансеро (разд. 3.12). Этот закон не так самоочевиден, как представляется П. Эрлиху, поскольку положение о том, что «даже если бы было возможно воссоздать экосистему с точно тем же видовым составом, какой был раньше, она неизбежно стала бы эволюционировать по-иному, так как генетическая конструкция слагающих ее популяций отличалась бы от исходной» (там же, с. 379), для технократически мыслящих людей не так-то просто осознать. Ведь части механической системы заменяемы. Почему же в биологической системе они не подчиняются этому «очевидному» правилу?

Второй закон П. Эрлиха ясен для экологов, но также не столь самоочевиден, как считает его автор. Закон как будто противоречит правилу демографического насыщения и в то же самое время соответствует всему

¹ Биология охраны природы // Под ред. М. Сулея и Б. Уилкокса. М.: Мир, 1983. 430 с. С. 378—379.

блоку обобщений раздела 3.14. Экономически рост населения дает дополнительные рабочие руки, что очень выгодно при экстенсивном росте общественного прогресса. И дело не только в том, что человечество необратимо разрушает свое местообитание, но и в том, что вектор общественного развития в наши дни уже изменился. Настала эпоха высшей ценности информации. Закон увеличения наукоемкости общественного развития начал действовать в полную силу. В то же самое время все механизмы, обобщаемые закономерностями в системе «человек — природа» и законами природопользования (разд. 3.12 и 3.14), стали разрушать равновесие демографического насыщения. Произошло перенасыщение, абсолютное перенаселение ойкумены планеты, грозящее действием экологических факторов, зависящих от плотности населения. Рост людности превратился в угрозу для человека и человечества. Т. Мальтус в основе (с учетом того, что идеи были высказаны в XVIII веке) оказался прав. И это следует признать со всей откровенностью и решительностью (см. также главы 6 и 7).

Рассмотрим третий «железный закон» П. Эрлиха. Из качественного изменения характера экономического роста и, конечно, закона оптимальности (разд. 3.2.1) следует природоразрушительная тенденция экстенсивного общественного развития. Политически грандиозные природопреобразующие и технические проекты очень впечатляющи. Стремление к гигантизму буквально генетически заложено в психологии людей. Рост — их фетиш. На определенном этапе экономического и социального развития он оправдан, но еще и еще раз приходится повторять, что гигантизм всегда есть начало конца. Закон оптимальности неумолим — все грандиозное чрезвычайно уязвимо в эволюционном и историческом развитии. Динозавры и супертанкеры, киты и сверхкрупные сельхозпредприятия — все, что связано с не чисто техническими процессами, должно иметь ограничения и или вымирать, или делаться раритетами. Отсюда экономическая «мания количественного роста» и охрана природы несовместимы между собой. Это не значит, что нужно стремиться к нулевому экономическому росту, как иногда представляют. Должен смениться сам тип роста: из экстенсивного он должен перейти в интенсивный, из количественного в качественный, из пространственно расширяющегося в сужающийся, из положительного — в отрицательный, со знаком минус. С учетом разумной достаточности и допустимого риска (см. ниже). В конечном итоге все сверхкрупные начинания обречены на провал. Если в чем-то еще есть неясность, так это в том, какой ущерб для природы и общества возникнет при этом неминуемом провале.

Отрицательный количественный рост должен компенсироваться качественным усовершенствованием. Девиз — малое, но совершенное, функционально большее при меньшем размере — неминуемо станет доминирующим. Малый культурный народ, малый благоустроенный город и т. п. лучше, чем дикие орды голодных людей и грохочущий мегаполис. Человек, по размерам меньше слона или медведя, но это не значит, что он примитивнее всех...

Четвертый «железный закон» П. Эрлиха, по сути дела, есть отражение системных законов, изложенных в разделе 3.2.1. Монокультура человечества столь же опасна, как любая монокультура (разд. 3.8.1, 3.8.2 и 3.9.1). Технократическое мышление, увы, еще обычно, а упрощенная техническая парадигма впитана с детства. Однако экологизация, которой посвящена глава 6, постепенно выравнивает положение.

Пятый свой закон П. Эрлих комментирует саркастическими вопросами, ясными для биологов, но требующими некоторого пояснения для специалистов в других областях знания. П. Эрлих пишет: «В конце концов, если

некий уникальный объект представляется кому-то красивым или интересным, разве это должно останавливать других людей и мешать им уничтожить его ради своей выгоды? Какое право на существование имеет какой-то вид рыбки, если уничтожение его дает возможность гореть небольшой галактике лампочек в течение, может быть, целого столетия?» (там же, с. 382).

Так ли понятен едва прикрытый сарказм этих риторических вопросов? Отнюдь нет. Виды и естественно вымирают. Каноны красоты меняются. Технократическая эпоха породила новейшие течения в изобразительном искусстве, музыке, архитектуре... Красота научного физического закона и мелодии классической симфонии совершенно недоступна для большинства людей. В нашей стране были бесцельно уничтожены величайшие достижения национальной культуры и ее представители. Войны и репрессии поглотили не одного гения. Почему бы не продолжать следовать принципу собственной выгоды, пусть даже пещерно-примитивной?

Дело не в красоте, не в уникальности и даже не в значении какого-то объекта для социального и экономического благосостояния. Конкурентное развитие, к сожалению, не обращает внимания на красоту: грация лани кончается бурчанием в желудке сытого гурмана. Однако охрана природы как среды жизни человека (см. правило соответствия условий среды генетической предопределенности организма, разд. 3.5.1), социально неизбежна. Ее ценность выше для человечества, чем эгоистические интересы отдельных лиц. Поэтому учитывая закон необратимости природных процессов, сохранение разнообразия и эстетики как признака совершенства организации имеет абсолютный приоритет. Все, что принципиально невозстановимо, есть абсолютное табу для насильственного уничтожения. Заповедь «не убий» распространяется на всю эту категорию явлений, ибо это и есть основа выживания человечества.

Я бы добавил еще один столь же «железный» закон охраны природы — *принцип уникальности*: не повторяющееся и неповторимое заслуживает особой охраны. Уникальные красоты, как известно, сохраняются в национальных парках как всемирное достояние. Но иногда мы выпускаем из виду, что, скажем, уникальный курортный район столь же, а быть может и более важен, чем что-то другое. Так, Катунский каскад ГЭС уничтожил бы не только уникальные красоты долины реки Катунь, но и не менее уникальный Чемальский курортный район, где успешно лечили туберкулез многие поколения знаменитых шаманов. Потеря была бы абсолютно невозстановима для всей Сибири и Дальнего Востока, а возможно, и всей Северной Азии в целом. Здесь косвенно проявляется та же библейская заповедь «не убий».

Вместе с тем сохранить все и вся, как совершенно ясно, невозможно. Даже вегетарианство при всей своей моральной привлекательности невозможно из-за того, что детям до 7 лет абсолютно необходимы животные белки. В противном случае они остаются умственно неполноценными. Хотим ли мы того или не хотим, существуют АЭС и ГЭС, химические предприятия, шахты и тому подобное. Ликвидировать их нельзя, и неминуемо будет идти новое строительство. Воевать против технического развития столь же нелепо, как Дон Кихоту сражаться с ветряными мельницами. Однако все хорошо в меру. Закон оптимальности в охране природы и окружающей человека среды может быть сформулирован как *принцип разумной достаточности и допустимого риска*: расширение любых действий человека не должно приводить к социально-экономическим и экологическим катастрофам, подрывающим саму возможность существования людей.

Примером нарушения этого принципа служит развитие атомной про-

мышленности. Изначально неизвестны способы безопасного хранения отходов АЭС. Отсюда как будто бы следовала необходимость ограничения строительства таких станций до момента, когда станет ясно, что можно делать с этими отходами и как их безопасно и экономически приемлемо хранить. Но пошли по пути неограниченного расширения строительства, по экспоненте усиливая опасность радиоактивного загрязнения мест хранения отходов. Абсолютно опасный предел еще не достигнут. Но следует ли к нему стремиться?

Чем больше число объектов, тем выше опасность аварии на одном из них: стандартизировать сверхвысокий уровень безопасности невозможно по техническим причинам и из-за роста значимости человеческого фактора. С увеличением количества объектов растет привычка к ним, снижается бдительность, сама выучка кадров с ростом их числа делается неравномерной. Аварии на «Три Майл Айленд» и на Чернобыльской АЭС резко замедлили количественное развитие атомной энергетики, потому что стало ясно несоблюдение принципа разумной достаточности и допустимого риска. Принцип одинаково объективен как для сторонников, так и для противников АЭС. Теоретическая вероятность крупной аварии с периодичностью 1 раз в 5 лет делает отрасль социально бесперспективной, а нерешенность проблемы захоронения отходов — по-прежнему экологически недопустимой. Принцип разумной достаточности в развитии атомной промышленности явно нарушен, и последствия этого явления не могут не сказаться.

Однако каковы будут эти последствия, сказать довольно трудно. Аварии на АЭС хотя бы теоретически можно предотвратить. А последствия концентрации на поверхности земли радиоактивных веществ, в природе естественно рассеянные и рассредоточенные, трудно предсказать прежде всего из-за скудности знаний. Мы сталкиваемся в этой ситуации с действием *принципа неполноты информации (принципа неопределенности)*: информация¹ при проведении акций по преобразованию и вообще любому изменению природы всегда недостаточна для априорного суждения о всех возможных результатах таких действий, особенно в далекой перспективе, когда разовьются все природные цепные реакции. Связано это с исключительной сложностью природных систем, их индивидуальной уникальностью (что делает невозможным типовое моделирование процессов) и с неизбежностью уже упомянутых природных цепных реакций, характер и направление которых трудно предсказать. На принципиальную неустойчивость действия фактора неопределенности в приложении к большим природным системам указывали еще родоначальники кибернетики. Непосредственные исследования в природе и натурные эксперименты, знание естественной динамики природных процессов, привлечение аналогов несколько снижают действие принципа неопределенности, но не снимают его полностью. Всегда остаются неисследованные варианты. Круг ожидаемых и не ожидаемых последствий шире, чем существующие модели, а часто и вообще имеющиеся знания.

Перейдем теперь к рассмотрению закономерностей социальной психологии людей в отношении к природе. Несмотря на то, что в подавляющем большинстве случаев крупнейших вторжений в природную среду послед-

¹ Информацию в данном случае необходимо рассматривать не только как наличие фактов, рядов наблюдений, но и как научное, теоретическое обобщение имеющихся данных. Кроме того, важно наличие «приемников» информации, т. е. механизмов ее осознания. Принятая информация нуждается в признании ее обществом. Неполнота восприятия информации столь же, если не в большей степени, пагубна для людей, как и сама преобразовательская деятельность. Чем скорее будет усвоена информация и последуют адекватные действия, тем меньший ущерб возникает в системе «природа — человек».

ствия неизвестны, люди ведут себя до аномальности странно, хотя и совершенно закономерно. Они оправдывают свои действия, пользуясь тремя основными приемами страуса, зарывающего при опасности голову в песок: принципом инстинктивного отрицания — признания, принципом обманчивого благополучия и принципом удаленности события. Рассмотрим эти явления.

В наше время без моделирования, составления машинной программы и «проигрывания» на ЭВМ перспектив развития событий проект, как правило, не считают законченным. Следует учесть и то, что сама модель процесса может быть концептуальной. Если создать две бригады программистов, одна из которых состоит из сторонников, а другая из противников проекта, будут получены абсолютно «объективные» результаты, в первом случае подтверждающие, а во втором — отрицающие полезность и безопасность начинания. При этом никто из программистов не будет сознательно кривить душой. *Принцип инстинктивного отрицания — признания* состоит в том, что факты и закономерности, в глубине подсознания концептуально отрицаемые составителем машинной программы, неосознанно исключаются им из модели, а фактам, признаваемым верными, инстинктивно придается больший вес, чем они имеют в реальности. В конечном итоге получается результат, который был «желаем» составителю программы и к которому исследователь подсознательно и сознательно стремился, или результат, близкий к субъективно желаемому (но не объективному) положению вещей. В связи с этим споры «зеленых» и «красных», экологов и технократов совершенно лишены разумной основы до тех пор, пока не проведена объективная экспертиза данных. Однако как достигнуть объективности, неясно. Всегда есть какая-то заинтересованность исполнителей, давление на них участвующих сторон и тому подобные явления. Видимо, необходимо включать в экспертизу какие-то дополнительные процедуры типа метода Делфи, а окончательную программу или модель должна составлять третья сторона. Самых экспертов следует специально готовить как профессионалов, знающих подводные рифы методик.

Принцип обманчивого благополучия, или эйфории первых успехов связан с излишней поспешностью суждений — первые успехи или неудачи в природопользовании могут быть кратковременными: успех мероприятия по преобразованию природы или управлению ею объективно может быть оценен лишь после выяснения хода и результатов природных цепных реакций в пределах естественного природного цикла (от немногих лет до их десятков) и лишь после возникновения нового уровня экологического баланса. Нередко допинговая реакция принимается за норму, а явно аномальный временный сдвиг экологического равновесия — за желательное, устойчивое состояние. Примеров тому великое множество. Самый разительный — трагедия Арала и Приаралья, в начале которой, не замечая ее, усиленно подсчитывали выигрыш. Почти все попытки акклиматизации промысловых животных (прежде всего ондатры, енотовидной собаки, дальневосточной пчелы) в СССР потерпели фиаско, хотя порождали первичную эйфорию. То же следует сказать о строительстве волжского каскада ГЭС и о многих других осуществленных проектах, вначале казавшихся полезными.

Обреченность некоторых начинаний была ясна и части сторонников проектов. Например, трудно представить себе физика, который бы был уверен в возможности безопасного захоронения атомных отходов. Тем не менее это не останавливает атомщиков. Предполагается, что когда-то будут найдены способы приемлемой дезактивации, а последствия атомного заражения планеты скажутся еще не скоро. *Принцип удаленности события* состоит в том, что явления, отдаленные во времени и в пространстве, пси-

хологически кажутся менее существенными. Дескать, научно-технический прогресс исправит положение, а потомки что-то придумают. Эта наивная вера основана на технократическом, только в рамках техники справедливом подходе к событиям. Технические усовершенствования почти неограничены и тем радикальнее, чем длиннее их ряд. Но в отношениях с природой следует учитывать и правила ее поведения. Как шахматист должен следить за игрой соперника, а не только строить свои собственные планы, так и специалист в области природопользования и охраны среды обязан строить практическую стратегию с сознанием всего спектра неминуемых последствий своих действий.

Закономерности, изложенные в разделах 3.12 и 3.14, позволяют заключить, что число степеней свободы в действиях наших потомков будет убывать, а не возрастать. Правильно говорится, что мы живем в кредит у внуков. Поэтому указанные выше три принципа страусиного поведения людей, ведущие к ошибкам в природопользовании и мешающие рациональной экологической политике (см. главу 6 и Приложения), необходимо тщательно учитывать. Но к пониманию этого приходится идти длинным путем, определяемым *правилом экономико-экологического восприятия*. Оно сформулировано американцем Дж. М. Стайкосом в 1970 г. и названо его именем. Речь идет о четырех фазах восприятия проблем среды жизни: 1) ни разговоров, ни действий; 2) разговоры, но бездействие; 3) разговоры, начало действий и 4) конец разговоров, решительные действия. Нами¹ была предложена схема экономико-экологических общественных отношений, также состоящая из четырех основных этапов: 1) экономическое развитие при отсутствии экологических ограничений, 2) возникновение экологических ограничений, 3) доминанта охраны среды с экологическими и технологическими ограничениями и, наконец, 4) все ради выживания (см. рис. 4.1 в следующей главе).

Предполагается, что каждый этап характеризуется определенной остротой возникших проблем и социально-экономическими возможностями общества. Были попытки назвать сумму национального дохода на душу населения для перехода от одной фазы правила Дж. Стайкоса к другой. Определенная фаза социальной зрелости общества и его экономического развития, безусловно, нужна для того, чтобы оно от разговоров переходило к делу. Необходима и достаточная для этого острота проблем. Если зрелость общества и глубина экологического дисбаланса не совпадают, наступает сначала экологический кризис, а затем катастрофа. Чтобы скорректировать поведение человека, и был сформулирован «венок» *законов Б. Коммонера* (по аналогии с «венком сонетов»). Их четыре: 1) все связано со всем, 2) все должно куда-то деваться, 3) природа «знает» лучше и 4) ничто не дается даром. «Законы» Коммонера скорее афоризмы, чем строго сформулированные положения. Первый из них — общедиалектический, исчерпываемый законом внутреннего динамического равновесия (разд. 3.9.1) и правилом интегрального ресурса (разд. 3.14). Вторым укладывается в ряд обобщений раздела 3.2.5 и других, с ним взаимосвязанных. Третий закон Б. Коммонера созвучен вышеизложенному принципу неполноты информации (неопределенности). Последний из законов этого «венка» уже упоминался при обсуждении закона бумеранга (разд. 3.12). Дополнительные иллюстрации нужны, пожалуй, лишь к третьему закону Б. Коммонера о том, что природа «знает» лучше, поскольку немедленно следует обвинение в агностицизме и прочих «философских» грехах.

¹ Федоренко Н. П., Реймерс Н. Ф. Сближение экономических и экологических целей в охране природы // Природа. 1981. № 9. С. 3—12.

Тезис Б. Коммонера состоит в том, что пока мы не имеем абсолютно достоверной информации о механизмах и функциях природы, и подобно человеку, незнакомому с устройством часов, но желающему их починить, легко вредим природным системам, пытаюсь их «улучшить». Он призывает к предельной осторожности, тем более, что критерии «улучшения» природы недостаточно ясны и антропоцентричны. Математическая иллюстрация этого закона Б. Коммонера, как и уже упоминавшегося принципа неполноты информации, состоит в том, что решение задачи расчета параметров биосферы требует несоизмеримо большего времени, чем весь период существования нашей планеты как твердого тела. Потенциально существующее эволюционно возможное разнообразие природы оценивается числами с порядком величин от 10^{1000} до 10^{50} (максимальное число при «буквенном» шифре кодировки, минимальное — при кодировании «словами» и «предложениями»). При будущем вероятном быстродействии ЭВМ — 10^{10} операций в секунду — и одновременной работе невероятного числа (10^{10}) таких машин операция вычисления одномоментной задачи варианта из 10^{50} вариантов займет 10^{30} секунд, или $3 \cdot 10^{21}$ лет, что почти в 10^{12} раз дольше существования жизни на Земле. Вот поэтому природа пока «знает» лучше нас.

Теоретически просчет вариантов возможен лишь методом блоков из «слов» и «предложений», но нужно знать закономерности построения этих блоков и отбора их при расчетах. Эта задача пока невыполнимая. Да и едва ли нужно стремиться ее решать. Управлять необходимо прежде всего общественно-экономическими процессами. Они хотя и саморазвиваются, но значительно проще по существу и лучше изучены.

Следствием всего цикла экологических и близких к ним обобщений является следующее: тысячелетиями все активные действия человечества были направлены вовне — на преобразование природы. Внутренние процессы шли как саморегуляция, а предложения об улучшении социальных механизмов были утопичны прежде всего из-за желания управлять жестко, технократически-авторитарно. Человечество не создавало механизма, который бы позволил ему «вписаться» в природу, а наоборот, делало все, чтобы «подняться» над нею, «победить» ее. Став великаном, человек увидел, что это губительно для него если не сейчас, то в уже видимой перспективе. И если люди экологически не поумнеют, они обречены. Глубоко пессимистичный, но необходимый вывод. Одновременно он и оптимистичен, ибо перспектива все же есть.

3.16. ТЕОРЕМЫ ЭКОЛОГИИ КАК ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ

Афоризмы Б. Коммонера завершают длинный путь от общесистемных закономерностей до обобщений, касающихся природопользования и поведения людей в их взаимосвязи с природой. Путь долгий и для автора довольно мучительный. Хотелось ничего не упустить, сформулировать недостающие звенья обобщений и в то же самое время не сказать лишнего. Едва ли это удалось со стопроцентной гарантией: около 240 афоризмов, гипотез, законов, правил, принципов, порядка 250 обобщений — на такой дистанции никто не гарантирован от недоговоренностей и перефразов. Имеются и совпадения — всего лишь различные трактовки одной и той же закономерности в различных научных отраслях. Вероятно, такое большое количество закономерностей невозможно ни разом запомнить, ни учесть в практической деятельности. Но в теоретической науке нет ничего лишнего, а существует только верное и неверное. Или, говоря словами Л. Больцмана, нет ничего практичнее хорошей теории.

Читатели смогли убедиться, что отнюдь не все сформулированные закономерности могут быть математически точно выражены, хотя большинство из них доступно обосновать эмпирическим рядом данных или даже изобразить в виде формулы. Лишь небольшую часть положений приходится принимать как аксиому или пока еще трудно доказуемую гипотезу. В целом же теоремы экологии — логический ряд обобщений. Если угодно, можно выделить «основные» и «второстепенные» из них, естественно, с учетом цели применения. Именно поэтому весь массив закономерностей был разбит на логические блоки. Их оказалось 25. Они отображены на обобщающих блок-схемах и имеют ту же нумерацию и название, что и разделы книги. Прямое практическое значение для проектантов имеют блок-схемы 3.14 и 3.15, теоретическое — 3.12 и 3.13, а фундаментальное — блок-схемы 3.10 и 3.11, в значительной мере 3.9 и отчасти 3.8. Блок-схемы 3.2 — 3.7 в основном имеют общенаучное значение и одновременно помогают понять суть экологических процессов. Разделение это достаточно условно, так как фактически нет границы между фундаментальными и прикладными отраслями знания, а наука — единый саморазвивающийся организм.

П. Эрлих, заканчивая свою статью «Стратегия охраны природы, 1980—2000» и характеризуя отношения между экологистами и технократами, пишет¹: «Политики, экономисты, инженеры, хозяйственники и т. д., — все будут просить вас быть «разумными», «подходить с ответственностью» и идти на компромиссы. Вы обнаружите, что вам противостоят люди — часто умные, приятные, благонамеренные люди, которые хотят всего лишь продолжать действовать так, как вполне можно было действовать в последние два столетия. Помните всегда: эти люди ваши противники. Какими бы благими ни были их намерения, они невольно несут угрозу вам, вашим детям и детям ваших детей. То, что от их деятельности пострадают и они сами, и их потомки, не делает их менее опасными для всего мира». Благими намерениями вымощена дорога в ад. Разговор между самыми умными и приятными людьми, пока он идет в рамках устаревшей научной парадигмы, напоминает беседу слепоглухонемых и к тому же лишенных осязания. Кроме зрения у людей должно появиться желание видеть проблему. Иначе очень сомнительно, чтобы кто-то стал использовать во благо приведенные в этой главе обобщения, тем более, что это требует интеллектуальных усилий.

Возможно, необходимы более широкие комментарии, поскольку в главе использованы умозаключения многих высокопрофессиональных лиц, понять которых мешает глухота специализации. Часть обобщений сделаны на основе каких-то знаний автора, оставшихся также за кадром. Жизнь покажет, сколь обширными должны быть разъяснения. Далее в этой книге, как кажется, необходимо рассмотреть экологические подходы к природным ресурсам (глава 4), способам поддержания экологического баланса (глава 5), осветить процессы происходящей на наших глазах экологизации всех сторон жизни людей (глава 6) и обратить внимание на потребности человека (глава 7), ибо нужно знать и то, что необходимо людям, а не только то, что их окружает.

¹ Биология охраны природы/Под ред. М. Сулея и Б. Уилкокса. М.: Мир, 1983. 430 с. С. 386.

ГЛАВА 4

РЕСУРСОЛОГИЯ

Ничего не следует терять из того, что может быть полезно.

Д. Дидро

Оценивать природу только по стоимости ее материальных богатств — это все равно, что оценивать полотна великих художников по их метражу или по затратам на холст, краски и раму.

Н. Сладков

4.1. ПРИРОДА И ЭКОНОМИКА

Постановка проблемы «природа и экономика» имеет явный подтекст невольного противопоставления экономических устремлений людей и целей охраны природы. Нередко при этом указывается на смысловое единство экологии и экономики, поскольку оба раздела научного знания в названии имеют один корень «экос» (дом) и, следовательно, рассматривают две стороны глобальной среды обитания человека в пределах его большого дома — Земли. Появляются и сопутствующие вопросы типа: а как соотносятся антропогенные изменения в природе с нуждами человека как биосоциального существа? Или: каковы же объемы экологии и экономики, какая из отраслей науки «шире» и «уже», — экология «входит» в экономику, подчинена ей, или, наоборот, экономика включена, либо должна быть включена в экологию. Чему следует отдавать приоритет — экономическому развитию или охране природы? Все подобные вопросы требуют четких ответов.

Прежде всего рассмотрим, каково соотношение между охраной природы как сохранением среды жизни человека и экономикой, противостоят ли они друг другу или нет, а если да, то насколько и как. Возможно ли «бесконфликтное» развитие человечества в его взаимоотношениях с природой, не ведущее к экологическим кризисам?

Здесь следует напомнить о специфике развития человечества в отличие от эволюции других видов живого. Каждый вид входит в определенную экосистему или их совокупность, «вписан» в них, эволюционирует вместе с ними и ограничен емкостью среды именно этих образований, а также внутренними для вида факторами, зависящими от плотности его населения (разд. 3.5 и 3.8). Человечество панэйкуменно, глобально вписано в экосистему суши и использует ресурсы водной среды. Благодаря разумной деятельности оно проявляет себя как неограниченно растущая система типа раковой опухоли, хотя и структуризировано по иному принципу (глава 2). Факторы, зависящие от плотности, в человеческом обществе преломляются через социально-экономические механизмы и до сих пор не ограничивали рост человечества на биологическом уровне. Если это происходило, то через военно-политические, социально-экономические и социально-экологические кризисы. Экологически люди выступают в роли неразумных паразитов, разрушающих среду жизни. Каждый отдельный человек при этом стремится сохранить свою среду обитания, а вместе они действуют уничтожающе разрушительно.

Происходит это потому, что, исходя из второго начала термодинамики, перефразированного для больших открытых систем в форме «любая (неограниченно растущая) система может развиваться только лишь за счет

(деструкции) окружающей ее среды» (разд. 3.2.3), экономическое (и любое другое) развитие человечества возможно при непереносимом условии постепенного разрушения окружающей его природы. В этом смысле экономика, основанная на принципе расширенного экстенсивного производства, всегда противостоит сохранению природы. Чем интенсивнее и скорее потребление невозобновимых естественных ресурсов и больше доля изъятия возобновимых благ, тем значительнее нарушение окружающей человека природной среды — экосистем и геосистем.

Однако критики экологического варианта второго начала термодинамики указывают на то, что живая материя не всегда «подчиняется» правилу стремления к максимальной энтропии, обладает негэнтропийными свойствами, прежде всего способностью к созиданию. Критики по-своему правы. Дело в том, что экологически трансформированное второе начало термодинамики обычно не формулируется с ограничениями по времени и пространству. В пределах относительно коротких интервалов времени, а именно малых его промежутков по сравнению с индивидуальными сроками существования организма, вида (в том числе человека разумного), живого вещества планеты и т. д., негэнтропийные процессы могут преобладать или находиться в равенстве с энтропией. Однако такое явление ограничено не только во времени, но и пространственно. Принцип «что-то всегда за счет чего-то» сохраняется неукоснительно, но изменения в среде, происходящие при негэнтропийном развитии относительно небольшого объекта, иногда оказываются пренебрежительно малыми. Мы их не знаем или игнорируем из-за кратковременной несущественности. Малые изменения постепенно накапливаются во времени и пространстве, возникает качественный сдвиг, в мире живой природы воспринимаемый как старение системы, а в соотношении природы и человека как экологический кризис¹.

Созидающая роль человека в ходе его экономического развития — хороший пример сказанного. В небольшие промежутки времени в пределах относительно узкого пространства люди не только противостоят энтропии, но и способны создавать негэнтропийные чудеса. Однако это всегда происходит за счет каких-то сдвигов в окружающей их среде. Примеры: получение высокой урожайности на полях идет за счет предельного сукцессионного омоложения природных систем, их упрощения вплоть до монокультуры, а техническое конструирование — за счет все большего привлечения энергии и изменения содержания химических элементов в различных геосферах Земли (в этом одна из причин глобального распространения загрязнений).

Хорошей иллюстрацией служит также изменение соотношения между энергетикой получаемого полезного продукта в земледелии и энергетическими затратами по мере развития сельскохозяйственных технологий (показателя эксергии). Единица энергетических затрат дает следующее количество полезного эффекта и соотносится к ним.

¹ Существует путаница в понимании слов «кризис», «катастрофа» и иногда употребляющегося медицинского термина «коллапс». Слово «кризис» означает переломный момент, решительный исход, т. е. острое состояние, но отнюдь не катастрофу. Латинское «коллапсус» (ослабленный, одряхлевший) в немедицинском понимании означает замедленность процессов, нулевой рост, т. е. неблагоприятные последствия кризиса. Слово «катастрофа» — внезапное бедствие, переворот, событие, влекущее за собой тяжелые последствия, — означает крайне неблагоприятные, обычно неуправляемые, и непредотвратимые события. Указанная разница в расшифровке и понимании терминов весьма существенна. Нередко слово «кризис» воспринимается в смысле катастрофы, что совершенно неверно. Кризис в принципе разрешим, управляем, тогда как катастрофа и отчасти коллапс неуправляемы, разрушительны, роль человека в них пассивна, а сам он бессилён.

Подсечно-огневое мотыжное земледелие в бассейне р. Конго . . .	1:65
Возделывание кукурузы с применением удобрений в Нигерии . . .	1:10,5
Возделывание кукурузы с применением удобрений и использованием машин на Филиппинах	1:5
Производство кукурузы в США	1:2—2,5 ¹

Следовательно, энергетическая эффективность снизилась почти в 30 раз. Одновременно, как известно, шло и усиление загрязнения среды сельскохозяйственным производством (более широкие обобщения см. в разд. 3.14).

Все успехи человечества основывались на двух процессах — регенерации природных систем и их постепенной деградации. Например, высокая урожайность монокультур объясняется большими регенерационными способностями омоложенных и даже полуразрушенных экосистем. Поле — это зарастающая рана на теле живого покрова Земли. Перепромысел есть пример хозяйства «на заклатие» ресурса. Любое производство, даже «безотходное», невозможно без выбросов энергии, возрастание которых грозит термодинамическим дисбалансом.

Одно время (в 30-е — 50-е гг.) в СССР даже существовала «модная» директива «взять займы у природы». Нечто подобное было и в других странах. При этом предполагалось, что по мере экономического развития будет нетрудно отдать долги. Эта психология отчасти сохранилась и поныне, хотя сейчас мы хорошо знаем, что ошибались, и что потомки будут платить очень дорого по векселям природы, значительно дороже, чем мы. Но теоретической подосновой упомянутой директивы была объективная экономическая закономерность. Не учитывалось только, что норматив экономической эффективности со временем снижается. Нынешние вложения в природопользование (а, следовательно, и в охрану среды!) в экономическом смысле выгоднее, чем будущие. Но сами-то естественные ресурсы становятся все более дефицитными, дорожают. Кажущееся противоречие возникает оттого, что хозяйство направлено на деструкцию объекта пользования — «займы» обычно берется больше, чем природа может дать без ущерба для себя.

Пока все эти процессы были локальными, изменения в среде жизни можно было игнорировать. Но как только они достигли глобального размаха, так немедленно возникли термодинамический, химический (загрязнения) и дисбалансный (нарушения экологического равновесия) кризисы, с которыми сталкивается человечество.

Следовательно, пока развитие антропосистемы неизбежно разрушает природную среду, можно рассчитывать лишь на относительно кратковременные (в историческом масштабе времени) негэнтропийные успехи. Именно этот факт сближает цели экологии и экономики, эксплуатации и охраны природы. Такое сближение особенно необходимо в связи с тем, что охрана природы одновременно есть и охрана человека в том смысле, что мы, люди, тоже часть природы, и если умрет природа, то не станет и человечества.

Глубокое понимание этого факта нельзя признать достаточно распространенным. Существуют два заблуждения, основанных на верных общеметодологических принципах, а потому особенно живучих. Совершенно справедливо указывается на то, что природа эволюционирует, а человек постепенно адаптируется к новым для него условиям существования. А отсюда делают неверный вывод: и природа, и человек, дескать, «привык-

¹ Simons, I. G. Natural resources and their management//Progr. Hum. Geogr., 1977. V. 1. № 2. P. 319—326.

нут» к любому воздействию. Ошибка возникает от неверного восприятия масштаба времени. Эволюция и даже адаптация — медленные процессы, не совпадающие по скорости с антропогенными изменениями природы и среды жизни человека. Первые требуют многих поколений живых организмов и кругов геохимического обмена вещества (самые короткие из этих кругов протекают в биосфере столетиями, поколение людей длится около 25 лет), вторые — всего лишь немногих лет, дней, а иногда и часов (перелет человека-мигранта на новое место жительства из умеренных широт на север или на юг занимает часы, переезд из деревни в город — даже их доли). Несопоставимость интервалов времени делает надежды на приспособительную эволюцию и безболезненную адаптацию (коадаптацию) недостаточными.

Четко проявляется эффект (закон) бумеранга (разд. 3.12). Этот бумеранг возвращается значительно быстрее, чем может «увернуться» от него человечество. Не природа как таковая, а измененная людьми природа, реагируется со скоростью значительно большей, чем у природных процессов, воздействует на всю жизнь человечества. Природа, в том числе природа человека, остается лишь страдающей подосновой, слишком медленно реагирующей грозными последствиями.

Эволюция бессильна в условиях быстрой антропогенной трансформации природы. Если она что и может дать, то это новые, в основном вирусные, заболевания и устойчивые к ядам популяции животных. Адаптация человека к новым, быстро меняющимся условиям жизни связана с нарушением здоровья. Вообще адаптационный, и особенно эволюционный процесс по своему определению антигуманен. Он основан на естественном отборе, где «интересы» популяции, вида, экосистемы выше «интересов» особи. Однако придерживаясь гуманистических принципов («не убий»), необходимо что-то противопоставить жестокости естественного отбора. Например, подбирать людям-мигрантам климатически благоприятные для них (аналогичные ранее привычным) новые места жизни, создавать в городах некоторые черты деревни, улучшать в них природные, социальные и экономические условия существованию (глава 6 и 7). В этом вновь экология, на этот раз человека, теснейшим образом переплетается с экономикой.

Не существует и достаточно глубокого понимания возможностей сопротивления энтропийным процессам. Либо доминирует откровенно пессимистическое мнение о бесполезности усилий, либо негэнтропийные вспышки объявляются правилом, основной тенденцией развития, либо, и это хуже всего, делаются заявления о том, что Земля лишь колыбель человечества, а его задача — заселению Космоса (а следовательно, что же заботиться о нашей планете, ее природе!).

Следует четко указать на то, что:

1) человечеству, согласно правилу соответствия условий среды генетической предопределенности организма (разд. 3.5.1), нужна природа того эволюционного отрезка, в котором оно возникло и эволюционировало; «коренное» (в геологическом смысле) преобразование среды жизни было бы смертельным для дюдей;

2) в разумных пределах человек может и должен управлять природной средой, что замедляет энтропийные процессы и дает людям возможность убыстренного социально-экономического развития;

3) в принципе можно развивать среду жизни Земли за счет космического пространства, но выселение людей в Космос — утопия, поскольку они — порождение биосферы земного типа, являются ее частью и не могут поколениями существовать вне ее уникальных условий; с точки зрения

экономики это типично экстенсивный путь развития, экспансия, исторически исчерпавшая себя по крайней мере век назад;

4) эколого-ресурсное развитие человечества подчиняется объективным законам (глава 3), воздействующим и в определенной степени определяющим не только соотношение в системе «природа — человек», но и социально-экономические характеристики общества.

Эти выводы следуют из всестороннего анализа ситуации, а не из односторонних парадигм¹. Последний из выводов требует более подробной расшифровки.

Обратимся к рис. 3.10, показывающему соотношение экологических кризисов и так называемых экологических (хозяйственных) революций — ответных реакций в развитии человечества на кризисное состояние системы «природа — человек». Оставляя в стороне доантропогенный эволюционный экологический кризис, приведший к возникновению существ, изготовляющих орудия труда, можно отметить, что первая экологическая революция была реакцией на нехватку естественных продуктов живой природы при выходе человечества из фазы чисто биологического существования. Она ознаменовалась активным воздействием людей на природу путем выжигания растительности (для улучшения пастбищ диких животных) и организации массовых охот («биотехническая» революция). Вторая экологическая революция произошла как следствие перепромысла крупных животных (кризис консументов) и истощения ресурсов собирательства, что привело к развитию примитивного орошаемого земледелия и скотоводства. Третья «промежуточная» экологическая революция была следствием ограниченности ресурсов орошаемого земледелия и привела к широкому переходу к богарному (неполивному) земледелию. Сведение лесов и общее истощение ресурсов растительного мира (кризис продуцентов), привело к промышленной революции — широкому использованию минеральных ресурсов, — переросшей в научно-техническую революцию текущего времени (подробней см. главу 6). Современный экологический кризис характеризуется опасным загрязнением биосферы (кризис редуцентов), приближением к безопасному максимуму использования энергии (энергетический, или термодинамический кризис) у поверхности земли и резким нарушением экологического равновесия. Ему соответствует начавшаяся гуманитарная экологическая революция, если угодно, ноосферная революция замыкания производственных циклов, максимальной экономии энергии, миниатюризации технических объектов, экологического планирования, позволяющего поддерживать и улучшать экологическое равновесие, регуляции демографических процессов, подавления конфронтаций пока еще иногда военным, но как правило экономическим путем, через экономическое давление. Как только социально-экономическая взаимозависимость стран станет абсолютной (подобно органам в организме), так экономические механизмы получат абсолютный приоритет. Окончательно наступит постконфронтационная эпоха (см. главу 6).

Специфической чертой современной экологической революции можно считать понимание, что от принципа безудержного преобразования природы и неограниченной ее эксплуатации следует перейти к экономии природных ресурсов и весьма осторожному изменению природной среды жизни. Важной особенностью служит также постепенное осознание того, что от одностороннего изменения природного цикла системы «биосфера — чело-

¹ См. также: Федоренко Н. П., Реймерс Н. Ф. Стратегия экоразвития//Взаимодействие общества и природы как глобальная проблема современности/Тезисы теоретической конференции. М.— Обнинск, 1981. С. 32—43.

век» необходимо переходить к двусторонней адаптации («коэволюции»), уделив основное внимание рациональному преобразованию человеческого общества для его «вписания» в биосферу.

Адекватно паре «экологический кризис — экологическая (хозяйственная) революция» шло изменение управленческих (господствующих) структур общества. Вплоть до развития богарного земледелия, т. е. до третьей экологической революции, общественные ценности лежали за пределами индивидуального присвоения и регуляции. Личный труд не давал обильного прибавочного продукта. В рамках земледельческого этапа развития человечества возникло рабовладельческое и феодальное принуждение. При этом высшей ценностью сначала был труд рабов, вообще труд при практически неограниченном освоении земель. Затем, с возникновением земельного лимита, такой же ценностью стала пара «труд — земля». Ни восстания рабов, ни крестьянские войны не могли дать человечеству ничего нового, так как у их носителей не было каких-то особых ценностей. Раб был носителем того же труда, а крепостной крестьянин добавлял к нему уже существовавший элемент в виде земли. Ресурсопользование никак не менялось и не могло измениться.

Выдвижение капитала в качестве особой и необходимой ценности промышленного этапа развития создало тройственную формулу «труд — земля — капитал». Эволюция общественного развития, порой нарушавшаяся вскрывающимися фурункулами буржуазных революций, бессмысленных по своей экономической сути, но блестящих по социальному орнаменту и кровавых по результатам, привела к эпохе капитализма. Носитель нового элемента ценности — капиталист стал у руля общественного развития. «Дикий» капитализм породил эпоху народных бунтов и пролетарских революций, которые, как и восстания рабов, и крестьянские войны, были бесплодны. Пролетариат — носитель всего лишь труда, и приход его к абсолютной власти не означал бы ничего другого, кроме возврата рабства. Такой процесс объективен, что и показал сталинизм при всей субъективности происходивших процессов. Для продвижения вперед требовалась новая общественная ценность, исторически новый ресурс. Им стала информация, знание, наука. Научно-техническая революция выдвигает нового управленца-менеджера, а наряду с ним ученого-технократа, все больше стесненного своей гуманитарной и экологической малограмотностью.

Живой труд в наши дни в значительной мере теоретически может быть заменен автоматами и роботами. Интенсификация земледелия и переход к закрытому грунту снимает дефицит земли для производства пищи. Быстрое обновление капиталов снижает их дефицит. ЭВМ интенсифицируют мышление. Самым слабым звеном оказывается человек и среда его обитания.

Природа как таковая выживет. Вероятно, сохранится и жизнь. Но крайне уязвима среда, необходимая для жизни человека, а значит сам человек. Экономика без человека бессмысленна: машина не ходит в магазин и не покупает товары.

Воспроизводство на научной основе природы для человека и оптимальное воспроизводство самих людей стали необходимостью. Эти огромные ресурсные циклы как-то выпали из экономической жизни, попали в «непроизводственную» сферу, что совершенно абсурдно. Вне природных и трудовых ресурсов, их воспроизводства не может существовать экономики. И в этом аспекте экология оказывается глубоко социально-экономической наукой.

Экономика имеет дело с тем, что так или иначе вовлечено в хозяйственный оборот, поэтому сама по себе она не может заниматься экологическими

проблемами. Это свойственно широкому комплексу экологии — новому разделу науки, возникшему на грани экологии и экономики¹.

Что же важнее: экономическое развитие или сохранение природы? Такой вопрос не может быть признан корректным. Если мы будем стремиться лишь к экономическим целям, убыстрение энтропии уготовит нам скорый конец. Если бы попробовали нацело законсервировать всю природу, то экономическое развитие остановилось бы. Более того, мы должны были бы перестать есть, пить, дышать, т. е. вычеркнули бы себя из текста природы. Но ведь человек — тоже дитя природы... Следовательно, не «что важнее», а в каких пропорциях с энтропийной динамикой среды должно идти экономическое развитие с тем, чтобы давление человечества на природу не превышало разумного уровня.

Само понятие «разумного уровня» очень условно и диалектично. В далекие от нас времена охоты и собирательства «разумным» был уровень самовосстановления плодов земли, от которых прямо зависели люди на своем индивидуальном участке обитания. В противном случае они должны были уйти за пределы известной им ойкумены. В наши дни в соответствии с наиболее острыми проявлениями экологического кризиса «разумность» определяется тремя основными показателями:

1) недопущение выхода геофизических систем планеты из стационарного состояния из-за перепроизводства энергии;

2) лимитирование выброса синтетических и других антропогенных веществ, а также извлечение химических элементов из земной коры на ее поверхность в пределах самоочищающих способностей редуцентов и толерантности живого вещества планеты, исходя из свойств самых малоустойчивых к загрязнениям групп видов;

3) поддержание экологического баланса в пределах экономической оправданности без проявления признаков деградации природных комплексов вплоть до устойчивого опустынивания.

Следовательно, отличие от далеких времен наших предков состоит в том, что наше благополучие основано на самовосстановлении систем природы, тогда как предкам нужны были лишь ее естественные плоды. Строго говоря, ничего не изменилось, потому что объектом эксплуатации, как ранее объектом собирательства и охоты, остается все та же биосфера (за исключением минеральных ресурсов) и ее отдельные регионы, дающие природные ресурсы для жизни людей.

Нетрудно заметить, что только что перечисленные экологические условия имеют прямое отношение к экономике. Она строго районирована по климатическим и другим геофизическим показателям. Степень загрязнения среды жизни — функция от «экономичности» производств. Экологическое равновесие четко связано с интенсивностью преобразования природных систем в агро- и урбокомплексы, не имеющие свойств саморегуляции или обладающие очень слабыми такими способностями.

Первое ограничение в основном энергетического свойства, хотя сжигание минерального топлива связано с загрязнением биосферы самым непосредственным образом — радиоактивными веществами, тяжелыми металлами, углекислым, сернистым газами, веществами типа NO_x и т. п. Второе ограничение принадлежит главным образом производственному сектору хозяйства, однако затрагивает и скотоводство, и земледелие — загрязнение пестицидами, минеральными удобрениями, отбросами живот-

¹ Название «экология» возникло в 60-е — 70-е гг. в англоязычных странах и было воспринято украинскими экономистами. Сибирики употребляют слово «биоэкономика». Дело не в слове, а в специфике раздела знания.

новодческих комплексов и т. п. Третье ограничение относится преимущественно к интенсификации промысла, агротехническому преобразованию естественных экосистем и созданию хозяйственных инфраструктур. Оно, как и два остальных, тесно связано со всем комплексом: в частности, на экологический баланс весьма отрицательно влияют открытые разработки минеральных ископаемых, геофизические аномалии, загрязнение среды обитания растений и животных и т. п.

Необходимость ограничений в природопользовании обычно не осознается вплоть до момента, когда цена (стоимость) природного ресурса не возрастает до предела невыгодности его эксплуатации. Как только расходы на получение ресурса, несмотря на все ухищрения, приближаются к сумме получаемых от него доходов, так становится ясной конечность ресурсной возможности. Обычно природная система, из которой черпались ресурсы, оказывается истощенной, но не настолько, чтобы погибнуть (безвозвратно деградировать). В той или иной мере она сохраняет способность к самовосстановлению. Пока исключения были сравнительно редки и касались главным образом представителей животного мира, отчасти плодородия почв. В эпоху перепромысла (50—10 тыс. лет назад) исчезло с лица планеты немало видов крупных животных. Истреблял их человек и позже, вплоть до наших дней. При этом, как известно, пропорция между непосредственно уничтоженными (истребленными) видами и стертymi с лица Земли в результате трансформации местообитаний изменялась в сторону увеличения роли косвенных факторов. Ныне около $3/4$ видов крупных животных и растений исчезают от изменения среды обитания. Для трав, членистоногих и других мелких организмов этот показатель близок к 100%. При разрушении почв пока преобладает прямое неразумное вмешательство людей, но можно предвидеть усиление роли косвенных факторов (аридизации и т. п.).

Воздействие косвенных причин, часто имеющее цепной характер, учесть намного труднее, чем прямое влияние. Но и непосредственное изменение любого рассматриваемого объекта тоже не всегда ясно определяется. Точечные нарушения всегда кажутся малозначащими («от многого немножко...»). Кроме того, действует психологическая установка, которую утрированно можно выразить словами: «ему можно, а почему мне нельзя?». Наконец, удаленное событие кажется всегда менее грозным, чем нависшее над головой. Сколько неразумного совершают люди из-за этого наивного представления! (см. принцип удаленности события в разд. 3.15).

Расширение и усовершенствование способов и средств эксплуатации ресурса происходит обычно даже в больших масштабах, когда запасы самого ресурса уже иссякают. Остатки стараются извлечь все более изощренными, эффективными способами. И лишь когда грянет гром полного истощения ресурса, вспоминают, что и необходимости-то столь рьяной погони за ним вовсе не было. Уже давно есть альтернативные технологии, перспективные линии экономического развития на основе другого ресурса и т. д. и т. п.¹ Инерция традиционной экономики, линейного развития порой оказывается исключительно сильной, доходящей до абсурда.

Стремление как можно дольше продлить использование ресурса тради-

¹ Социально-экономические преадаптации в общественном развитии напоминают широко известные биоэкологические преадаптации (залегание в спячку до исчерпания ресурсов питания, отлет птиц до наступления холодов и т. п.). В отличие от саморегуляции природных процессов, в обществе возможна разумная активная регуляция. Новые пути технико-экономического развития обычно обеспечивают экономический успех, поэтому объективно выгодны.

ционного методами без поиска альтернатив очень характерно и, как правило, доминирует над разработкой новых способов удовлетворения хозяйственных нужд. Психология экстенсивного расширения природопользования вместо поиска выгодных интенсивных форм получения нужного продукта или его полноценного заменителя, как правило, безраздельно доминирует до тех пор, пока безуспешность такой стратегии не делается абсолютно очевидной.

Например, первой реакцией на нехватку вод в южных морских и озерных бассейнах нашей страны стал проект переброски вод, в то время как обычная логика подсказывает, что альтернативные решения имеют значительно бóльшую перспективу. Так, по существовавшим проектам первой очереди предполагалось ежегодно перебрасывать 7 км³ вод северных рек на юг европейской равнины. В то же время убыль воды в бассейнах южных рек теоретически уже в 90-е гг. могла суммарно составлять около 65—70 км³. Ясно, что в этом несбывшемся варианте событий потребовалось бы значительное увеличение объема перебрасываемой воды. На 2000 г. для поддержания баланса вод на юге нужна была бы переброска около 100 км³ за год¹. Такое количество вод уже нельзя изъять из бассейнов северных рек без тяжелых последствий для природы и экономики Севера. Все эти прогнозы оказались некорректными. В 80-е гг. уровень Каспийского моря начал расти, воды Азова вновь опресняются, а водность бассейнов впадающих в них рек неожиданно возросла.

Это очень поучительный урок. «Жесткое» регулирование природных процессов всегда эколого-экономически рискованно. Оно не обладает буферностью, столь характерной для природы, возможностью перевода процесса с положительным знаком на процесс со знаком отрицательным (разд. 3.14). Следовательно, нужно искать новые пути регуляции и увеличения потенциальной водности на южном макросклоне Европейской равнины в случае ее естественного снижения и значительно экономить водные ресурсы. Такие пути есть. Это и экологическая оптимизация территории бассейнов южных рек, которая может дать устойчивый прирост стока на 10—15%; и переход к новым экономным и менее водоемким технологиям орошения; и более широкое использование сбросных вод; и даже смелые решения типа использования закрытого грунта бóльших размеров.

Время от времени оживляются разговоры о необходимости переброски вод рек Сибири в Среднюю Азию. Ситуация в Приаралье близка к катастрофе. Из Амударьи и Сырдарьи на орошение разбирают порядка 86% стока. То одна, то другая, то обе реки не достигают Аральского озера, превратившегося в два изолированных водоема. В то же время сбросные воды «создают» огромный Сарыкамышский бассейн. Качество вод стремительно ухудшается. Рост населения идет с темпом 3,6%, а темп экономического роста не менее стремительно сокращается. Возникают ножницы. Теоретически необходимый прирост производимого дохода должен был бы составлять 1,4% в год, иначе идет обнищание. Фактически же, например, в Туркмении, темпы роста национального дохода в 1975—1990 гг. сократились не менее, чем в 35 раз, продукции промышленности примерно в 10 раз, а сельского хозяйства в 4 раза и более. И эта тенденция очень устойчива — наблюдается с 50-х гг. Также стремительно сокращались в регионе темпы роста производительности труда — иногда в десятки раз.

Из этой эколого-экономической ситуации единственный выход — правильное экологическое, социально-экономическое и демографическое

¹ Шикломанов И. А. Антропогенные изменения водности рек. Л.: Гидрометеоздат, 1979. 302 с.

планирование, основанное на имеющихся территориальных ресурсах. Переброска вод повела бы к еще большим экономическим и демографическим диспропорциям, а экологически закончилась бы крахом, поскольку вода, как и любой другой экологический компонент, в излишнем количестве является загрязнителем. В Средней Азии излишняя обводненность привела бы к тотальному засолению и подтоплению полей — грандиозной экологической катастрофе без всяких перспектив выхода из нее.

Совершенно очевидно, что капиталовложения в переброску вод при значительности их размеров совершенно бесперспективны, новые же социально-экономические и социально-экологические решения имеют широкое будущее. Общая перестройка хозяйства дает более разносторонний, надежный и долговременный эффект. Однако в этом направлении мысль движется все еще недостаточно быстрыми темпами. Разработка принципиально новых путей развития отстает от практических нужд.

То же можно сказать и о соотношении рыбного промысла с мари- и, шире, аквакультурой. Промышленное разведение водных организмов сейчас составляет не более 8—10% от уловов. Силы, брошенные на поиск рыбы и других морепродуктов, включающие спутниковые, авиационные и корабельно-поисковые методы, огромны и явно несопоставимы с усилиями по разведению полезных водных организмов.

Нужно отметить, что в ситуации с рыбой люди попадают в экологически более трудные условия, чем в примере с восстановлением водности. Повышающая водность экологическая оптимизация — это способ восстановления природных систем. Аквакультура же чревата всеми опасностями любой монокультуры, так что для ее создания требуются надежные методы получения устойчивых и продуктивных искусственных ценозов более экологически грамотными путями, чем это практиковалось на суше.

Рассмотрим общую динамику соотношения экономических и экологических устремлений общества. Приведенная ниже схема отражает неизбежность преобладания экологических целей. В конечном итоге это означает для человечества необходимость вписаться в природные биохимические циклы, сменить способы своего роста и использования природных ресурсов. Вместо экстенсивного увеличивающегося использования ресурсов фактически без воспроизводства сначала наступает фаза интенсификации и расширенного воспроизводства (т. е. хозяйства, а не промысла), а затем и поворот на 180° — максимум внимания уделяется регуляции подсистемы «человек». Сжимание шагреновой кожи природы заставляет сначала экономить, а затем снизить потребности человечества до размеров, обеспечиваемых возобновимыми ресурсами Земли и не выходящих за пределы экологических ограничений, диктуемых эко- и геосистемами планеты. И выбора тут нет. Либо предельное обнищание человечества, либо сокращение его численности.

Вывод отнюдь не нов. Человечество находится на перепутье между 2- и 3-й эпохами, отраженными на схеме, все более втягиваясь в 3-ю эпоху. Но при этом очень мало делается для уменьшения давления на природу, т. е. для собственной саморегуляции. Большинство демографических программ неэффективно, и это крайне опасно для политического развития мира. Превентивная саморегуляция — сложный, но вполне реализуемый процесс, основанный на понимании и управлении потребностями людей (см. главу 7). Другой путь — конфликты и самоуничтожение в ходе неизбежных войн, межгосударственных и гражданских. Он неразумен и недопустим. Следовательно, требуется выработка четкой экологической политики. В Приложении I сделана попытка сформулировать ее требования.

1. Технология с экономическими ограничениями. Охрана природы и среды жизни игнорируется. Стремление к максимальному демографическому росту, ограниченному недоеданием и болезнями. Территориально-демографический экспансионизм (захват рабов, привлечение рабочих рук из-за рубежа). Доминанта прокормления

2. Технология с экономическими и отчасти экологическими ограничениями. Охрана природы и среды жизни декларируется, но лишь отчасти осуществляется. Максимальный демографический рост, поддерживаемый социально-экономическими механизмами и медициной. Территориальный экспансионизм. Доминанта экономики

3. Технология с экономическими и возрастающими экологическими ограничениями. Охрана природы и среды жизни с технологическими и экономическими ограничениями. Сдерживание демографического роста декларируется, но не осуществляется (в развитых странах происходит автоматически). Ресурсный экспансионизм. Доминанта экономики с экологическими ограничениями

4. Технология с абсолютными экологическими ограничениями. Приоритет охраны природы и среды жизни над остальными целями общества. Демографические процессы подчинены цели повышения «качества» человека — минимальной заболеваемости и максимальной продолжительности жизни на фоне повышения образованности и обеспеченности. Постепенная депопуляция. Постконфронтационная эпоха всеобщей опасности и невыгодности войн и социальных напряжений. Доминанта выживания

Изменить ситуацию, как показывает мировая практика, необычайно трудно. Однако необходимо. Это будет возможно лишь при изменении структуры информации о природных ресурсах — не в единицах массы и объема, а в системных показателях целостности экологических образований и соотношений экологических компонентов. Как только экономика выйдет за пределы цепочки «товар — деньги — товар» в область «природная система — ее ресурсы — товар — деньги — воспроизводство природных систем», так можно будет ожидать ощутимых результатов. В отношении нефти этот процесс уже происходит. Наступает он и в области лесного и рыбного хозяйства. Однако, к сожалению, он идет на базе военных конфликтов, недопустимых на современном этапе развития человечества и его связей с природой.

Первым экономическим шагом в современной охране природы могло бы быть введение системной надбавки на эколого-экономическую оценку природных ресурсов, платы за изменение экосистем и геосистем планеты. Это привело бы к перераспределению капиталов, но одновременно к еще большей политической напряженности. Поворот ООН и других международных организаций к проблемам природных ресурсов, включая естественные условия жизни и демографические процессы, неизбежен, и чем раньше он произойдет, тем меньше возникнет общечеловеческих конфликтов. К сожалению, понимания острой нужды в этом пока нет.

В связи со сказанным полезно обратить внимание на сферу борьбы за чистоту среды жизни. Первыми шагами были штрафные санкции — мероприятия административно-экономические. Штраф болезнен для природопользователя, но он не может компенсировать нанесенный ущерб, а главное, его размеры не позволяют воспроизводить среду жизни. Если штраф поступает в казну, то немедленно обезличивается, и средства, как правило,

уходят из сферы защиты среды в данном месте в какой-то другой регион, признанный администрацией более угрожаемым. Штрафные санкции дают ограниченный результат, хотя нельзя отрицать их полезности.

Стремление к большей эффективности средозащитных мероприятий вызвало к жизни принцип «загрязняющий платит». По мысли сторонников этой акции, плата за загрязнение должна давать средства на их нейтрализацию и одновременно служить своеобразным штрафом за плохую технологию. Но изъятие денег как раз и препятствует введению этих новых технологий без механизма поощрения. Есть «кнут», но нет «пряника», а поэтому стимула для развития автоматической обратной связи, ускоряющей процесс эколого-экономической оптимизации процессов производства. Для отдельного предприятия плата оказывается безвозвратной, ухудшающей экономические показатели, а для рынка убыточной в ходе конкурентных взаимоотношений.

Был найден путь торговли объемами загрязнителей, эколого-экономической конкуренции. Имеющий лучшие технологии продает разницу между данным ему нормативом выброса и фактическим положением вещей. «Грязное» предприятие может купить надбавку к своему лимиту загрязнений. Стимул к «экологизации» производства очевиден — в совокупности со штрафами он направляет производство к «экологической чистоте».

Норматив этой «чистоты» задан необходимостью сохранить здоровье людей и целостность природных систем. Концепция риска выразилась в конкретных показателях дополнительной смертности не более 10^{-6} человек в год и потере не более 5% видового состава экосистемы за срок негативного воздействия. Очевидно, что оба числа могут быть только расчетными, ибо в эксперименте, на практике невозможно вычленить смертность от данного фактора в чистом виде, а анализ видового состава экосистемы с тысячами малоизвестных видов занял бы десятилетия. «Стерильность» же производства едва ли мыслима.

Очевидна перспективность экономической оценки каждого элемента природных ресурсов по социально оправданным затратам на его сохранение. Отсюда возможна продажа права на норматив разрушения среды жизни как стимулирование ее сохранения. Очевидно, принцип «богатеет охраняющий» в рамках отдельных предприятий, отраслей хозяйства и особенно в рамках территориальных хозяйственных комплексов, включая в это понятие государства, в современных условиях достаточно рационален. При этом норматив должен исходить не только и не столько из здоровья человека (как меры всех вещей), но с учетом гарантии потенциального обеспечения этого здоровья средой обитания — природными и социально-экономическими благами, т. е. на основе динамических моделей эколого-экономического развития. Расчет необходимо строить не только на эгоистичных устремлениях того или другого региона и государства, а на основе понимания интегрального единства мира людей в мире природы (как и на базе понимания модели интегрального ресурса — разд. 3.14). Иначе выигрыш в одном месте обернется всеобщими убытками, несчастьем, а то и трагедией.

Генеральная цель человечества, а не экологии, не экономики и т. д., заключается в том, чтобы с учетом реальных ограничений и объективных процессов обеспечить себе максимум экономических, социальных и природных благ, т. е. оптимальные условия существования без возникновения угрозы любого дисбаланса, в том числе убыстрения энтропии. Она может быть и должна быть замедлена. В этом смысле все отрасли научного знания и практики имеют единое назначение и не противостоят друг другу.

4.2. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ В ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Резкий перелом в подходе к проблемам окружающей человека природной среды в 1960-е гг. произошел в связи с возникновением нового стиля мышления, нового видения мира. Рис. 4.1 иллюстрирует это изменение. Можно выделить три старых, традиционных научных подхода (1—3 на рис. 4.1). Первый — чисто отраслевой: *1а* — рассмотрение изолированно биосферы группой естественных наук, *1б* — человечества как социума группой общественных наук и *1в* — того же человечества как биологической совокупности — хомиума — частью естествознания и медицины. Вторым подход — рассмотрение парного взаимодействия биосферы и социума (*2а*), биосферы и хомиума (*2б*) и т. д. И, наконец, третий подход — разбор множественного взаимодействия всех блоков, каждый из которых тем не менее анализируется изолированно (*3*). Именно с таких позиций запасы ресурсов (т. е. плоды Земли, а не ее системы) могут рассматриваться сами по себе, с точки зрения хватит или не хватит для экономического развития, нужно экономить или не нужно экономить. Во всех трех указанных стилях мышления решение проблем взаимоотношений в системе «человек — биосфера» кажется упрощенным и крайне облегченным. Принципиально возможно ликвидировать основные ресурсно-экономические затруднения, возникшие перед человечеством: обеспечить его достаточным количеством энергии, пищи и т. п. Это ясно, и в этом нет предмета дискуссии. Однако упрощение, «легкость в мыслях» в данном случае возникает из-за неверной общей методологии.

Новый стиль мышления вырабатывается на основе внешне очень небольшой перестройки модели мира (4 на рис. 4.1): все блоки глобальной системы рассматриваются не как изолированные друг от друга, а как подсистемы общей системы, т. е. глубоко интегрированно. Границы биосферы, социума как бы стираются, подобно тому как в организме неотрывны его органы и ткани, а в человеке неразделимы социальные и биологические черты. Эта единая большая система была названа социоэкологической, или (менее удачно) — биоэкономической.

Слияние технических, естественных и общественных наук в изучении социоэкологической системы привело к разработке новой методологии в изучении этой системы. Из тени выдвинулись синтетические, «гибридные» отрасли знания типа исторической географии, этнологии, моделирова-

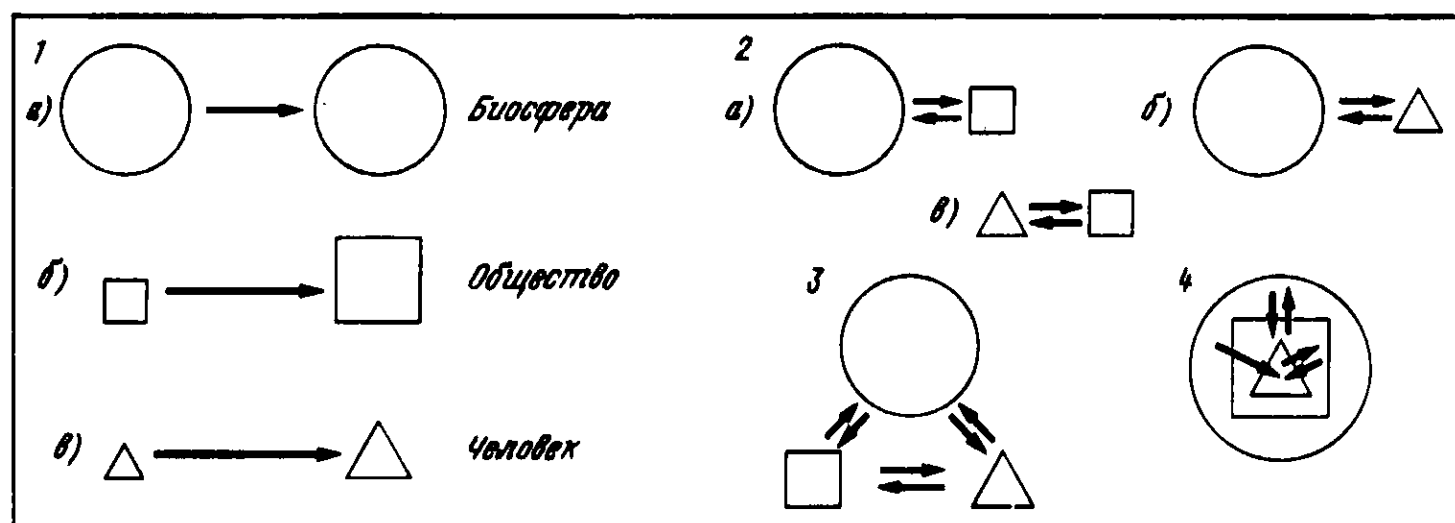


Рис. 4.1. Смены парадигмы восприятия связей биосферы и человека
(объяснения в тексте)

ния сложных систем и многие другие. Дело не в самом этом факте, ибо как удачно сказал Е. Чагэфф о науке: «В наше время несколько сильных и узких лучей проникают в отдаленные уголки этого темного дома, и несколько предметов можно теперь видеть так ясно и в таком четком освещении, что значение этих предметов невольно преувеличивается... У всех нас тенденция идти к свету, и мы тянемся в эти случайные углы, пренебрегая остальными... Указывать на неправомочность такого движения к свету — значит рисковать, что тебя обвинят в попытках распространения темноты»¹. Дело в том, что изменение научной методологии с переходом на системные рельсы выявило ряд объективных противоречий внутри социоэкологической системы, которые раньше оставались незамеченными и вскрытие которых позволяет выявить факторы, стимулирующие общественное развитие.

В течение долгих веков человечество исходило из представления о неисчерпаемости природных ресурсов и возможности беспредельного расширения своих «внешних пределов» в ходе преобразования природы и пространственной экспансии. Столкновение с внешними пределами — ограниченностью природных ресурсных возможностей — на первых порах, как указано выше, породило не экономное отношение к естественным благам, а, наоборот, стремление к «эффективному» их использованию, а проще говоря, к хищнической эксплуатации. Она чревата весьма серьезными и далеко идущими последствиями. Чтобы их избежать, необходим учет этих последствий, а он реален лишь на основе знания ресурсных возможностей, лимитов эксплуатации естественных ресурсов и сознательного управления природопользованием с учетом этих ограничений.

Отсюда следует один из основных выводов в пределах новой методологии анализа развития социоэкологической системы: период неконтролируемого взаимодействия биосферы и человечества неминуемо должен закончиться. Ему на смену пришла фаза планового хозяйства на всей планете, целенаправленного управления социоэкологической системой, регулируемого развития на основе «трехмерного» — экономического, социального и экологического анализа². Такое управление в оптимальном варианте может быть лишь синтетическим, т. е. объединяющим в себе социально-экономическое и экологическое планирование — взаимное «равновесное» соотношение биосферы, социума и хоминиума. Следовательно, понятие ноосферы В. И. Вернадского можно трактовать как разумное управление развитием, учитывающее интересы всей суммы человеческих потребностей и сохранения природы в геологической фазе, наиболее соответствующей этим потребностям.

В экономической подсистеме каждый из ее трех блоков³ — материального производства, воспроизводства природных ресурсов и воспроизводства производителя-человека в широком смысле этого понятия, включая социальные механизмы, — не может оптимизироваться без учета всех остальных подсистем. При этом оптимизация должна осуществляться не на основе принятия прочих подсистем за стандартные раз и навсегда данные ограничения, а, как сказано выше, с учетом функционально-динамического их характера, на базе динамических моделей.

¹ Цит. по: Синг Р. Л. М. Наука для удовлетворения души // Наука о науке. М.: Прогресс. 1966. С. 211—212.

² Олд ак П. Г. Современное производство и окружающая среда. Новосибирск: Наука, 1979. 191 с.

³ Федоренко Н. П., Реймерс Н. Ф. Природа, экономика, наука // Природа. 1974. № 3. С. 3—12.

Среди многих вопросов, связанных с обсуждаемой проблемой, один из ведущих — получение адекватной информации о состоянии всех подсистем социоэкологической системы.

Незнание истинного количества природных ресурсов уподобляет хозяйство тому посетителю ресторана, что смело заказывает блюдо за блюдом, не ведая сколько денег в его кармане. В отличие от горе-посетителя ресторана, экономиста не может рассчитывать на мягкосердечие «официантов» природно-экологического потенциала и должна ориентироваться в складывающейся ресурсной ситуации, наперед зная ряд лимитов и возможностей в использовании природно-ресурсных благ.

К сожалению, пока ошибки тут весьма значительны. Так, в сводке мировых прогнозов 1970 г.¹ указывалось, что в 1980 г. мировой улов рыбы и морепродуктов составит 100 млн т. Авторы прогноза исходили из того факта, что, по оценкам экспертов, Мировой океан производит в год около 40 млрд т различных организмов, а мировой улов морепродуктов увеличился с 1940 по 1967 г. с 20 до 60 млн т. Исходя из этого и сделан прогноз на 1980 г., а также более отдаленный 2000 г.: сделан вывод о возможности доведения уловов к 2000 г. до 150—200 и даже более млн т, т. е. до уровня полного удовлетворения мирового спроса на рыбу к тому времени.

Действительно, мировой улов рыболовства за последние 100 лет вырос более чем в 20 раз. В 1979 г. он достиг 73,5 млн т (в том числе рыбы 31,1 млн т), увеличившись с 1970 г. на 4,2 млн т вместо ожидавшихся 30 млн т. С 1960 по 1970 г. общий вылов морепродуктов рос со скоростью 5,8% в год, в следующие 10 лет — лишь на 0,5% в год². В конце 1970-х гг. перспективный вылов оценивался в размере 77,1—87,9 млн т и на 2000 г. не более 92—93 млн т. При этом рост ожидался главным образом за счет криля³. Пятипроцентный рывок в уловах был зарегистрирован в 1983—1984 гг. Объем улова достиг в 1985 г. 84,4 млн т против 76470 тыс. т в 1983 году⁴. В конце 1980-х гг. уловы водных объектов превысили 90 млн т⁵. Однако этот успех скорее всего едва ли не временный — уловы многих видов рыб резко падают, а рост уловов других (западно-тихоокеанской трески и чилийской сардины) — проходящее явление. Это утверждение основано на том, что увеличение уловов в 3,6 раза с 1938 по 1980 г. и в 21,6 раза с начала века шло за счет вовлечения в промысел новых видов рыб и значительного роста числа и тоннажа рыболовных судов. В 1960—1980 гг. улов на одно судно снизился более чем в 2 раза, а на единицу тоннажа брутто в 2,5 раза⁶. В структуру промысла вовлечены ранее считавшиеся непригодными объекты, а соотношение пищевых и непригодных объектов изменилось с 5:1 до 2:1 (о криле см. главу 6). Цены на рыболовства быстро растут. Можно считать, что мировое рыболовство на грани срыва.

Подобные ошибки в предсказаниях возникают не только потому, что прогнозы иногда делают без реальной оценки имеющихся запасов, но так-

¹ Байнхауэр Х., Шмакке Э. Мир в 2000 году: Свод международных прогнозов. М.: Прогресс, 1973 (оригинал 1970). 240 с.

² Lucas K. C. Past, present and future of fish technology//Adv. Fish Sci. and Technol. Pap. Jubil. Conf. Torry Res. Stat. Aberdeen, 1979. Farnham, 1980. P. 1—9.

³ Robinson M. A. World fisheries to 2000//Mar. Policy. 1980. V. 4. № 1. P. 19—32. См. также главу 6.

⁴ Plus de 80 millions de tonnes pêchées dans le monde en 1984 selon les premières statistiques de la FAO//Pêche mar. 1985. V. 64. № 1288—1289. 424 p.

⁵ Зилakov В. Мировое рыболовство в поисках новых подходов к сотрудничеству//Мир океанам. 1989. № 1. С. 59—63.

⁶ Сысоев Н. П., Евдокимов Ю. М. Экономические аспекты океанического рыболовства//Биол. ресурсы гидросферы: вопр. экономики. М., 1985. С. 60—77.

же и в связи с тем, что подход к естественным ресурсам все еще асистемен. Их количество определяют в условных единицах придуманной людьми системы мер и весов, не учитывая функционального значения изымаемого количества для природы в целом, региональных природных систем и конкретных локальных мест разработки или промысла. На системные меры человечество еще не перешло.

Поясним эту мысль на очень простом модельном примере. При подсочке лесов от хвойных пород берут живицу. Такие подсочные деревья живут долгие годы, давая смолу, если ранение коры не превышает определенных размеров. Коль мы будем отвлеченно, чисто математически рассматривать вес взятой живицы за единицу времени, оставляя без внимания относительный размер пореза, его форму и место на стволе, то почти наверняка получим минимум возможного, если вообще что-то получим, так как удобнее всего просто окольцевать или даже срубить дерево в абсурдной надежде, что вся смола вытечет. При разработке минеральных, так называемых невозобновимых ресурсов мы так и поступаем, забывая при этом, что, скажем, минеральное топливо невозобновимо и его сжигание полезно лишь для нас в потребительском смысле, а не для биосферы как целого. Сжигая топливо, мы получаем двойной эффект, воздействуя на биосферу. С одной стороны, и это сейчас на первых порах главное ограничение в энергетике, происходит загрязнение атмосферы, почв и вод. С другой — возрастает по ряду причин «чистая» энергия, заключенная в поверхностных сферах планеты, угрожая термодинамическим разладом, тепловым шокком. Оба эти эффекта воздействуют на экологические системы, а через них оказывают влияние на экономические, технические и социальные явления, процессы и устройства. Следовательно, требуется не просто узкохозяйственный, но и природно-типологический, широкофункциональный подход к оценке естественных ресурсов, а нормы их изъятия должны строиться с учетом ограничений социоэкологического характера.

В табл. 4.1 предпринята попытка классификации природных ресурсов с выделением естественных единиц запаса и использования. Подробная расшифровка таблицы по конкретным ресурсам с указанием их нынешнего состояния сделана ниже. Она дает представление о разнообразии ресурсов, степени их антропогенного изменения и о лимитах эксплуатации. Эти лимиты станут ясны после обсуждения табл. 4.1 и перечисления эмпирически выведенных порогов нарушения природных систем.

Таблица 4.1. Классификация природных ресурсов по естественно-типологическому и хозяйственному принципу

Естественно-типологическая классификация ресурсов	Типолого-хозяйственная классификация ресурсов	Единица запаса и использования ресурсов
Тип ресурсов:	Функциональный блок ресурсов:	Общий теоретический запас:
наиболее крупное ресурсное подразделение — энергетические, водные, ресурсы производителей и т. п.	эксплуатационные и поддерживающие ресурсы	глобальный запас без учета каких бы то ни было связей, ограничений или возможностей
Подтип ресурсов:	Социально-экономическая ресурсная разность:	Общий доступный запас:
депонированные ресурсы — минеральные, льды и т. п. — и находящиеся в интенсивном обороте	потенциальные и используемые ресурсы	глобальный запас, реальный при данных технологиях изъятия и экономических возможностях

<p>Класс ресурсов: объединение ресурсов разных видов, но одного характера, близких физически, химически, например, топливные минеральные ресурсы</p>	<p>Ресурсная группа: объединение ресурсов по месту и характеру расположения — минеральные ресурсы, ресурсы океана, лесные ресурсы и т. д.</p>	<p>Шаговый глобальный запас: запас, ограниченный технологическими, экономическими и общеэкологическими лимитами — минимумом, необходимым для возможности самовосстановления всей экосферы планеты</p>
<p>Вид ресурсов: физические, химические, биологические и комплексные разновидности одного экологического свойства; эмпирически выделено несколько десятков видов ресурсов (см. список в тексте)</p>	<p>Хозяйственный сектор ресурсов: например, минеральные топливные ресурсы, ресурсы древесины, кормовые естественные ресурсы и т. д.</p>	<p>Шаговый системный запас: запас, необходимый для самоподдержания и самовосстановления глобальной системы эксплуатируемого непосредственно или изменяемого опосредованно типа ресурса</p>
<p>Ресурсная разность: вид ресурса в пределах фазово-пространственного или функционально-системного подразделения, например, ресурсы типа геологических структур, ресурсы экологической системы океана и т. п.</p>	<p>Отраслевой ресурс: часть хозяйственного сектора ресурсов, используемая в отрасли хозяйства — уголь, нефть, торф, радиоактивное топливо и т. п. в составе минерально-топливных ресурсов</p>	<p>Запас регионального хозяйственного использования: количество изымаемого ресурса, ограниченное региональными общесоциологическими лимитами, за которыми возможен сдвиг в интегральном ресурсе* данного региона</p>
<p>Ресурсный источник: тип экосистем или иных природных систем — тип рудопроявления, биогеоценоза и т. д., из которых состоит или в которых воспроизводится данный ресурс</p>	<p>Целевой ресурс: часть отраслевого ресурса, имеющая специфическое назначение, например, коксующийся уголь, мясная дичь, пушнина и т. п.)</p>	<p>Ресурсный шаг: размер изъятия ресурса, ограниченный региональными общими и частными социологическими лимитами, чаще всего по правилу минимума, например, нехваткой воды в маловодных районах, энергетической составляющей в холодных местах и т. д.</p>
<p>Ресурсный элемент: конкретное угодье, местоположение, водная экосистема типа части континентального шельфа, озера, водохранилища, популяции животных, растений и т. п., которыми составлен или из которого черпается ресурс</p>	<p>Единица целевого ресурса: конкретная часть целевого ресурса в естественных границах или рамках: промысловый вид животного, лесная порода, месторождение ископаемых и т. п.</p>	<p>Единица запаса и использования: часть ресурса, предельно изымаемая из конкретного угодья, месторождения, биологического вида, популяции и т. д. с экологическими, экономическими и социальными ограничениями</p>
<p>Ресурсная единица: конкретная единица ресурса: один экземпляр животного, растения, рудная жила, естественная энергетическая единица типа светлой части суток и т. п.</p>	<p>Ресурсная единица: совпадает по объему с ресурсной единицей природно-типологической классификации ресурсов (I графа)</p>	<p>Учетная ресурсная единица: конечный дискрет учитываемого ресурса — в физических мерах, условных или естественных единицах, пригодных для количественного учета и машинной обработки собранных данных</p>

* Интегральный ресурс — системное сложение всех ресурсов: природных, трудовых и материальных. Подробнее см.: Федоренко Н. П., Реймерс Н. Ф. Природные ресурсы: системные классификации, учет и общие принципы управления: Системные исследования природы//Вопросы географии (Моск. филиал Геогр. об-ва СССР). 1977. Сб. 104. С. 179—196. См. также раздел 3.14 книги

Для облегчения понимания первой графы табл. 4.1 приведем примеры энергетических ресурсов и ресурсов консументов. Природно-типологическая классификация этих естественных благ до уровня вида ресурсов представляется следующим образом:

ТИП РЕСУРСОВ — ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ

Подтип А — участвующие в постоянном круговороте веществ или потоке энергии

Класс «а» — космические по происхождению

1. Солнечная радиация
2. Космические излучения (все виды)
3. Энергия морских приливов и отливов

Класс «б» — планетарные по происхождению

4. Геотермальные и утилизуемые с помощью тепловых насосов
5. Потенциальные и кинетические воздуха, воды (льда) и горных пород (в том числе энергия давления и разности давлений)
6. Атмосферное электричество
7. Земной магнетизм
8. Энергия естественного атомного распада и спонтанных химических реакций
9. Биоэнергия (включая биогаз, энергию сгорания органического топлива — дров, тростника, кизяка и т. п.)
10. Термическо-энергетические, радиационные и электромагнитные загрязнения (потенциально в циклах реутилизации каскадного типа могущие стать ресурсами)

Подтип Б — не участвующие в круговороте веществ или потоке энергии

Класс «в» — топливные минеральные (депонированные)

11. Нефть
12. Природный газ
13. Уголь
14. Сланцы
15. Торф

Класс «г» — искусственно получаемые

16. Энергия искусственно вызванного атомного распада и ядерного синтеза

ТИП РЕСУРСОВ — РЕСУРСЫ КОНСУМЕНТОВ

1. Генетико-видовой состав животного мира и растений — консументов (генетические ресурсы консументов)
2. Биомасса консументов
3. Вторичная биологическая продукция
4. Хозяйственная производительность консументов
5. Системно-динамические качества консументов как управляющей подсистемы в экосистеме
6. Консументы как средообразователи (санитары, поглотители химических загрязнений, опылители цветов и т. п.)
7. Консументные загрязнения (случайные акклиматизанты и т. п.)

Дальнейшая, более дробная природно-типологическая классификация приведена для консументов в целом на отдельных примерах: их ресурсные разновидности — консументы суши и океана; ресурсный источник — консументы леса, степей и т. п.; для суши, для океана — консументы различных их экологических зон, ресурсный элемент — консументы типа

биогеоценозов суши, например, темнохвойной тайги; ресурсная единица — одна особь: один лось или олень.

Вторая графа табл. 4.1 — типолого-хозяйственная классификация естественных ресурсов — как кажется, ясна из приведенных в ней примеров.

Рассмотрим третью классификационную графу в табл. 4.1. *Общий теоретический запас* естественного ресурса для энергии — это сумма всех ее видов и классов, т. е. вся энергия, поступающая из космоса, от Солнца и имеющаяся на планете и в ее недрах, а для консументов — вся их совокупность (более 1 млн, а по другим воззрениям, 5—6 млн видов), живущая на Земле.

Однако *общий доступный запас* намного ниже, чем теоретический, так как пока мы не умеем широко пользоваться космическими источниками энергии, многими видами планетарной энергии (например, геотермальными, атмосферным электричеством и т. д.) и даже бедными и малокалорийными источниками горючих ископаемых. Экономически нецелесообразно и использование некоторых частей биомассы и даже урожая консументов, скажем, массово размножающихся видов животных, малоценной пушнины и т. п.

Доступный запас значительно больше, чем *шаговый глобальный запас*, ограниченный системными особенностями и динамическими качествами биосферы. Так, в уже довольно давно вышедшей книге Н. М. Сватков¹ утверждал, что (по принятой нами терминологии) максимум энергетического шагового глобального запаса, равный по его подсчетам 0,5—1,0% от солнечного излучения, приходящего на Землю с учетом вторичных эффектов, в наши дни производится человечеством и даже превзойден, что грозит сдвигами в природных системах. Как было отмечено в главе 3 (см. разд. 3.11) тотально-энергетическое ограничение в 1% было подтверждено работами В. Г. Горшкова².

Однако уже сейчас, до начала таких глобальных сдвигов в природных системах, есть веские основания предполагать наличие антропогенных изменений климата и геомагнитного поля планеты. Хотя в этом вопросе мы еще очень далеки от ясности, все-таки следует заметить, что изменчивость температур с 1970-х гг. очень резко возросла. Увеличилась частота экстремальных явлений, которые могут быть связаны с антропогенными влияниями. В частности, вероятность естественного повторения серии холодных зим 1977—79 гг. в США была равна 1 случаю на 10 000 лет и не имеет аналогов с 1890 г.³ Столь же редки экстремально теплые зимы 1988—1991 гг. в европейской части нашей страны. Если вопрос об антропогенном характере потепления спорен, то сам факт потепления очевиден. Видимо, увеличилась и амплитуда геофизических колебаний, что вполне естественно для систем, вышедших из состояния равновесия. В последние полтора столетия падает напряженность геомагнитного поля Земли. Этот процесс ускоряется. Если действительно регистрируемое падение связано с человеческой деятельностью, а поводы для такого предположения имеются, то *шаговый системный запас* в энергетическом типе естественных ресурсов следует считать ниже значения 0,5—1,0% от солнечной радиации, дости-

¹ Сватков Н. М. Основы планетарного географического прогноза. М.: Мысль, 1974. 197 с.

² Горшков В. Г. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды//Прогн. науки и техники. Теоретические и общие вопросы географии/ВИНИТИ ГКНТ и АН СССР. М., 1990. Т. 7. 238 с.

³ Dias H. H., Quayle R. G. An analysis of the recent extreme winters in the contiguous United States//Mon Weather Rev. 1980. V. 108. № 6. P. 687—699.

гающей поверхности Земли, и приближающимся к значению нынешнего производства «чистой» энергии (0,2% от солнечной постоянной).

Таким образом, важны не только наличие ресурсов и техническая возможность их использования, но и то, какую их часть допустимо изъять без сдвигов в системах природы высокого иерархического уровня. Однако и природные комплексы нижних уровней иерархии (глава 2) также налагают ограничения на наши возможности. Мы не можем безгранично увеличивать использование естественных ресурсов в одном месте, в пределах одной экосистемы или геосистемы нижнего уровня иерархии — она разрушится, образуется пустыня. Существует предел — *запас регионального хозяйственного использования* — аналог шагового глобального запаса, но для природных систем нижнего уровня иерархии. Как и в случае пары шагового глобального запаса — шагового системного запаса, для этого уровня есть парный показатель, дополняющий запас регионального хозяйственного использования — *ресурсный шаг*. Фактически в регионе мы можем использовать ресурсы в пределах, диктуемых общей экосистемной ситуацией и одновременно лимитом возобновимости данного ресурса.

Это положение более понятно для примера с консументами: изъятие даваемого ими урожая ограничено их ролью в экосистемах и одновременно их собственной возобновимостью — скоростью размножения. Например, добыча лисиц и других хищников в нарушенных человеком экосистемах не должна позволять массово размножиться вредным для хозяйства грызунам и одновременно препятствовать успешному восстановлению поголовья самих лисиц. Поскольку лисицы существуют не вообще, а в пределах своих популяций, местообитаний, угодий и т. п., их реальный запас можно выразить в процентах от общей численности и структуры популяций, населяющих данный район и угоды, что и будет *единицей запаса и использования* внутри общего ресурсного шага.

Конечный дискрет для энергии может быть выражен лишь в условных *учетных ресурсных единицах*, поскольку естественные меры энергии не разработаны и не лежат «на поверхности», как в случае консументов, которые не могут быть разделены более, чем до отдельных экземпляров, хотя их общий вес допустимо выразить также и в физических мерах — килограммах на га и т. п.

Отнюдь не настаивая на обязательном употреблении вводимых терминов, обращаем внимание на повторение в них слова «шаг, шаговый». Дело в том, что все категории запаса, кроме искусственно установленных физических мер, — величины изменяющиеся, динамичные, как и вся социологическая система в целом с ее подсистемами. Даже количество усваиваемой экосистемами солнечной энергии постоянно меняется в зависимости от природных циклов, антропогенных воздействий и относительно случайных причин типа запыления верхних слоев атмосферы после извержения вулканов, лесных пожаров и т. д.

Пороги эксплуатации природных систем относительно легко определимы лишь для условно закрытых совокупностей, не имеющих мощных входов и выходов. Пороги можно наметить и для открытых систем, но лишь за короткий период времени, а течение которого поток на входе не компенсирует потерь в системе. Поэтому наибольшее приложение перечисляемые ниже ограничения имеют для уровней от шагового глобального запаса до единицы запаса и использования (см. 3-ю графу табл. 4.1). Эти ограничения (лимиты) получены в результате анализа эмпирических данных, обзор которых мы здесь не приводим, так как это особая большая тема. Укажем лишь на некоторые яркие примеры. Одновременно заметим, что как и лю-

бые грани в природе, количественные показатели обсуждаемых лимитов не очень определены, поэтому речь пойдет лишь об общих придержках. Они уже бегло упомянуты в разделе 3.11 при обсуждении правил одного и десяти процентов.

Первым, самым количественно незначительным, эколого-энергетическим лимитом является исчезающе малое энергетическое воздействие, выступающее как импульс последствий, превышающих начальный толчок в 10^6 — 10^8 раз. Такого рода связи были предположены космофизиком Р. Хеллуэлом и исследованы Чун Гун Паком и Фрезером-Смитом для зависимости напряженности магнитного поля Земли от передачи электроэнергии на большие расстояния¹. Падение его напряженности особенно четко наблюдается в последние 80 лет — со времени появления первых ЛЭП. При сокращении передачи электроэнергии по выходным дням регистрируется некоторая стабилизация в напряженности магнитного поля. Недельной периодичности естественного происхождения быть не может: неделя придумана людьми для удобства исчисления времени. Из совпадения периода появления первых крупных ЛЭП с началом заметного падения напряженности магнитного поля Земли и из недельных его колебаний и следует гипотетический вывод, сделанный американскими учеными. Значение слабых энергетических воздействий, так называемых триггерных эффектов, для природы осознается все в большей степени, поэтому теоретическая ценность лимита исчезающе малых величин, вызывающих миллионкратно более мощные последствия, несомненна. Следует лишь учесть, что энергия электромагнитного поля мала только по сравнению с другими энергетическими источниками. Само же антропогенное изменение электромагнитной составляющей достигает тысяч и миллионов раз.

Вопрос о триггерных эффектах очень важен и теоретически, и практически. Особенно остро он обсуждается в связи с порогом воздействия на организм (например, пресловутые 35 бэр как норматив радиационной безопасности). С одной стороны будто бы должен действовать закон «все или ничего» (разд. 3.5.2), но его проявление сугубо индивидуально для отдельных тканей и всего организма. То, что для одной ткани будет «ничего», для другой «все». Какая же из них самая уязвимая, пока неизвестно. Поэтому целесообразнее отдать приоритет беспороговой гипотезе радиационной безопасности.

В теории радиационной безопасности принимается (работа ученых Нидерландов) величина индивидуального предотвращения риска между 10^{-6} и 10^{-8} , т. е. от однопроцентной вероятности реальной угрозы гибели ребенка (1 случай на 10 тыс. детей в год) до пренебрежимой величины, на которой затраты на предотвращение вероятного риска делаются иррациональными. Хотя эти нормативы расчетные, а не эмпирические, обращает внимание идентичность чисел при обсуждении проблем малых энергий.

Следующим энергетическим порогом устойчивости является изменение на 1%, вернее в пределах от десятых долей процента до немногих процентов. Этот лимит был подробно разобран Н. М. Сватковым и В. Р. Горшковым в упоминавшихся работах. Вещественно-энергетически в температурных показателях изменение энергетики глобальной системы на 1% потенциально меняет общеземную климатическую ситуацию в среднем приблизительно на 5—9°C при среднемировой температуре в 14,8°C (по другим данным около 17°). Фактическое изменение температуры было бы намного

¹ Первое реферативное сообщение в отечественной литературе на эту тему было опубликовано в журнале «Вокруг света» (1978. № 2. С. 27).

ниже из-за компенсационных процессов, но все же весьма существенно для функционирования биосферы.

Как следует из большинства моделей климата, «лимит 1%» фактически оказывается равным 0,3—0,5%, а при других процессах и меньшей величине. Название «лимит 1%» просто удобно, тем более что иногда (например, в энергетике анаэробных организмов) порог как раз и равен примерно 1 проценту (одно из чисел Л. Пастера).

В биоэкологии достаточно широко известен так называемый «закон 10 процентов»¹. Лимит 10% также не абсолютен. Для некоторых популяций это 20 и даже 30%, но лишь в редчайших случаях более 50 и как правило в пределах 70% общей массы или циклического (годового) прироста популяций. Искусственное изъятие более 70% прироста популяции² на фоне естественной гибели жертв от других причин всегда в конечном итоге ведет к полной деградации стационарной популяции жертвы. Поэтому «закон 10 процентов» должен быть дополнен правилом, или лимитом 70 процентов, четвертым в нашем ряду и вторым вещественно-популяционным.

Переход через лимит 10% выводит вещественно-популяционную систему из стационарного состояния, а организменную систему приводит к деструкции. Очевидно, существует некоторая пороговая величина, за которой флуктуации в системах популяционного типа начинают возрастать, но деградации системы еще не происходит. Эта величина пока не выяснена на эмпирическом материале и потому не поддается обобщенному определению.

Интуитивно или полуинтуитивно считается, что нарушение 5% имеющихся структур в их совокупности, т. е. половины от 10%, еще не представляет опасности. Именно таковы принятые в Голландии критерии риска для экосистем при радиоактивном загрязнении. Однако подобный показатель допустимости нарушений пригоден лишь для короткого времени. В длительной перспективе эволюционные перестройки могут в ходе природных цепных реакций привести к полной деградации среды или, во всяком случае, заметному ее изменению.

Практикам защиты растений известно, что при массовом размножении вредителей, т. е. при катастрофическом саморасширении популяций, уничтожение даже 90—95% особей иногда не ведет к подавлению численности вредителей. При противоположном нестационарном состоянии популяций — их самосокращении — наоборот, изъятие — 5—10% особей может привести к катастрофическим последствиям. Предельное саморасширение популяций обычно не превышает величин порядка 10^5 — 10^6 , очень редко 10^8 раз. Порог саморасширения — пятый в списке лимитов.

Очевидно, энергетический минимум и максимум значимых изменений в условиях саморегуляции природных систем Земли могут быть определены в рамках $\pm 10^6$ (10^8)-кратных усилений. Такое совпадение минимума и максимума вполне закономерно: в обоих случаях нестационарность возникает на основе саморазвития процессов по принципу «спускового крючка».

Таким образом, можно составить такой перечень ориентировочных порогов эксплуатации естественных ресурсов и пределов воздействия на природные процессы:

¹ Ricklefs R. E. Ecology. London, 1973. 861 p.; Collier B. D., Cox G. W. Johnson A. W., Miller Ph. C. Dynamic ecology: Prenotice//Hall Int. Inc. London. 1974. 563 p.

² См.: Макфедьен Э. Экология животных: Цели и методы. М.: Мир, 1965. 375 С.; Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.; Рамад Ф. Основы прикладной экологии. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 543 с.

Воздействие	Последствия
Слабое энергетическое («спускового крючка», триггерного эффекта)	Постепенная деградация системы с энергетическими последствиями, в 10^6 — 10^8 раз превышающими импульс
Изменение энергетики системы до 1 % (на доли процента)	Выход системы из стационарного состояния с кризисными для системы последствиями
Изменение энергетики системы более чем на 1 %	Катастрофические явления в системе, переход ее в другое качество
Вещественное изменение популяционной системы на 10 % (5—17, до нескольких десятков процентов)	Допороговые воздействия безвредны или полезны для популяционной системы, запороговые выводят ее из стационарного состояния; организменная система разрушается
Изъятие 70 % (± 25) массы или вещественно-энергетического прироста в популяционной системе	Деградация системы популяционного типа до ее гибели
Выведение системы из стационарного состояния с развитием ее саморасширения	10^6 — 10^8 -кратное (иногда 10^8) саморасширение системы (против «нормы» — среднего уровня) с последующим кризисным снижением массы значительно ниже средней

Следует еще раз предупредить против попыток переноса намеченных пороговых величин с практически вещественно замкнутых (или так рассматриваемых в коротком интервале времени) систем (типа глобальных или отдельно взятых популяций) на вещественно открытые совокупности, имеющие мощные вход и выход и к тому же без четко определенных границ. С намеченными лимитами к таким системам можно подходить лишь в пределах их естественных рубежей, к сожалению, пока еще очень плохо изученных.

Исходя из указанных лимитов, проанализируем известные данные о современном или прогнозируемом на ближайшее будущее воздействии человечества на природу.

Происходящие изменения нами охарактеризованы, как правило, лишь качественно, порой только на основе экспертных высказываний, а не точных инструментальных определений, так как точных оценок ресурсов и моделей их изменения, к сожалению, пока не существует. Вообще почти любой тезис в области антропогенного изменения ресурсов имеет в современной науке противников. На любое «да» в литературе можно отыскать «нет», почти каждой оценке противопоставить альтернативную.

Так как оценки касаются столь важных для человечества объектов как биосфера и ее ресурсы, к ним следует подходить с предельной осмотрительностью. В данном случае лучше проявить максимальную осторожность, чем совершить непоправимую ошибку. В глобальной экологии человек выступает как фронтальной сапер, ошибающийся только лишь один раз...

Предваряя обзор, необходимо сделать терминологическое замечание. Принято делить природные блага на природные ресурсы, входящие в состав конечного продукта, и естественные условия, не входящие в его ткань. Такое деление вполне логично. Но если исходить из того, что исходные блага всегда ограничены по объему и служат основой общественного производства, делающего усилия для их освоения, граница между ресурсами и условиями стирается, «антиресурсы», затрудняющие ведение хозяйства, также оказываются в ряду естественных ресурсов, лишь со знаком минус. Именно таков предлагаемый ряд:

Энергетические ресурсы

1. Солнечная радиация
Практически неисчерпаема (в 13 тыс. раз больше современного уровня использования энергии человечеством), слабо используется. Весьма перспективна¹ как энергетический ресурс в рамках естественного поступления, но мало концентрирована. Использование ограничено естественным оттоком энергии из биосферы
То же
2. Космические лучи
Значительна, слабо используется, перспективна, но с ограничениями (переход в тепловую энергию добавляет тепло в тропосферу, а потону и в биосферу
3. Энергия морских приливов и отливов, океанических течений
То же. Использование приводит к химическому загрязнению среды
4. Геотермальная энергия
Как 3. (Гидроэнергия 890,4 млн т нефтяного эквивалента — НЭ в год). Гидроэнергетика опасна из-за нарушения экологического баланса водоемов и системы «океан — воды суши»
5. Потенциальная и кинетическая энергия воздуха, воды (льда) и горных пород (в том числе энергия давления и разности давлений, сейсмическая энергия и т. п.)
Ресурсы относительно незначительны
6. Атмосферное электричество
Важно, по гипотезам, постепенно ослабляется. Вероятна необходимость восстановления или регуляции
7. Земной магнетизм
Уран — 3 млн, торий — 630 тыс. т НЭ. Интенсивно используется. Перспективы проблематичны из-за неустраняемости отходов и опасности концентрации действующего начала
8. Энергия естественного атомного распада и спонтанных химических реакций
Ресурсы значительны, переэксплуатируются в одних местах и видах (лес) и недоиспользуются в других (органические отходы). Перспективна
9. Биоэнергия
Значительны, слабо используются, но могут быть утилизированы
10. Термально-энергетические, радиационные и электромагнитные загрязнения
Потенциальный запас — 270—290 млрд т НЭ, ежегодный расход более 3000 млн т НЭ. Перспективна примерно на 30 лет
11. Нефть
Потенциальный запас — 270 млрд т НЭ, ежегодный расход около $1250 \cdot 10^9$ м³. Перспективен на 30—50 лет
12. Природный газ
Потенциальные запасы — 10 125 млрд т НЭ, ежегодный расход (млн т) — 3500 каменного и 1550 — бурого. Перспективен не менее чем на 100 лет
13. Уголь
Запасы значительны: более 38 400 млрд т НЭ, реальные запасы меньше — 318 млрд т НЭ. Используются мало — 30—40 млн т/год. Мало перспективны из-за значительных отходов и трудно устранимых выбросов
14. Сланцы
Запасы значительны: 150 млрд т (по углероду) с ежегодным накоплением 210 млн т (по углероду), местами подорваны, мало перспективны из-за высокой зольности и комплекса экологических нарушений
15. Торф
Запасы физически неисчерпаемы, но экологически этот вид энергетики крайне опасен до тех пор, пока не будет найден способ дезактивации отходов. Пока энергетика атомного распада работает в надежде, что такие технологии станут реальностью
16. Энергия искусственного атомного распада и ядерного синтеза

¹ Перспективы использования оценены с учетом экологической, социальной, экономической и энергетической составляющих.

Газово-атмосферные ресурсы

17. Ресурсы отдельных газов атмосферы
- O_2 — глобально за 100 лет концентрация снизилась с 20,948 до 20,946 % (по другим данным, до 20,5—20,8 %). Баланс прихода и расхода отрицателен. В городах концентрация ниже 20 %. Требуется пристальное внимание.
- CO_2 — глобально за 100 лет концентрация возросла на 14—16 %, возможно дальнейшее увеличение за 20 лет на 50 %. Возрастает на 0,3 % в год, но неравномерно. Принимаются меры по сокращению выбросов.
- O_3 — потенциально потеряно около 10 % от плотности озонового экрана. Принимаются регулирующие меры. Резкое увеличение концентрации метана и многих других малых газовых примесей
18. Газовые составляющие гидросферы
- Во многих континентальных водоемах понижена концентрация O_2 . В океанах растворимость CO_2 может снизиться с 40 ± 10 % до 20 % от выбросов в атмосферу. Требуется регуляция
- См. 17
19. Озоновый экран
20. Фитонциды и другие биогенные летучие вещества
- В урбанизированных районах значительно ниже биологических норм, местами в связи с дезадаптацией человека превращаются в аллергены. Требуется регуляция
21. Газовые примеси минерального неатмосферного происхождения (природные). Тяжелые и легкие ионы
- Наблюдается снижение количества легких ионов и общей ионизации воздуха с увеличением его антропогенного загрязнения, особенно в урбанизированных районах. Требуется регуляция
22. Газовые загрязнения (антропогенные)
- Выше приемлемых норм. Требуется регуляция

Водные ресурсы

23. Атмосферная влага
- Наблюдается тенденция к неравномерности балансов. Регионально сильно подкислена (кислотные осадки) — рН доходит до 2,3 (при норме около 5,6). Необходима регуляция
24. Океанические и морские воды
- Количество существенно не изменилось. Произошло некоторое подкисление вод мелководий, регионально (например, Азовское море) изменилось соленость, глобально возросло содержание тяжелых металлов (свинца — до 3 раз). Наблюдается дисбаланс между стоком с материков и переносом на них испаряющихся с поверхности Мирового океана вод. Отрицательный баланс оценивается в размере 470—630 км³. Уровень океана растет примерно на 1 мм за год
25. Озера, водохранилища и пруды
- Водоохранилища сосредоточили около 5000 км³ вод, озера меняют уровень под антропогенным воздействием: подъема плотинами и спуска вод (Байкал), разбора воды на орошение (Арал) и т. д. Местами наблюдается закисление вод от кислых осадков (см. 23). Требуется внимание и в ряде мест регуляция
26. Текучие воды (рек, ручьев, поверхностного и глубинного стока)
- В ряде случаев глубоко антропогенно трансформированы и безвозвратно используются (глобально примерно на 5—9 %, местами до 100), сильно загрязнены. Водный сток нарушен. Требуется пристальное внимание и регуляция
27. Временные малые замкнутые водоемы (лужи, мелководные озера и т. п.)
- Сильно загрязнены, в том числе подкислены. См. 23 и 25
28. Почвенная влага (свободная и связанная)
- Местами снижается. См. 34. Требуется внимание

29. Влага, связанная в растениях и животных
30. Жидкие загрязнения (в том числе искусственно привнесенная вода в экосистемах, загрязнения воды)
31. Химико-механическая поглотительная способность океанов и морей (без поглотительной способности биоты)
32. Гидрогеологические ресурсы
33. Глубинные загрязнения первичного и вторичного антропогенного происхождения (естественно просачивающиеся, закачиваемые и возникшие в результате цепных химических реакций)
- Общее количество в биомассе (как и сама биомасса) снизилось. См. 46 и 53. Требуется внимание
- Местами обильны, превышают способность водоемов к самоочищению. Предполагается загрязненность океана выше допустимых норм — см. 24. Требуется регуляция
- См. 18. Требуется пристальное внимание и регуляция
- Велики, интенсивно используются, местами истощены, что ведет к кризисным (опускания) и катастрофическим (воронки) явлениям. Местами подземные воды недопустимо загрязнены. Наблюдается подтопление городов. Требуется регуляция
- Местами очень существенны, особенно в регионах массового применения минеральных удобрений, закачки токсичных отходов, крупных свалок. Требуется пристальное внимание

Почвенно-геологические ресурсы

34. Почвы и подпочвы
35. Выходы горных (материнских) пород
36. Криогенные субстраты (ледники и пр.)
37. Почвенные загрязнения, в том числе засоление
38. Эрозия почв (всех видов)
39. Геоморфологические структуры (горы, равнины и т. д.)
40. Поверхностные геоморфологические (по положению в пространстве, например, нахождение за горным барьером, отгораживающим от ветров)
41. Геоморфологические глубинные (обусловленные свойствами пород, сейсмической активностью и т. д.)
42. Металлические руды
43. Неметаллические руды
44. Нерудные ископаемые
- Глобально сильно нарушены. Эродированы до выбытия из сельскохозяйственного оборота более половины земель. Особенно опасно исчезновение мелкозема. Необходимо восстановление
- Увеличились по площади в связи с эрозией верхних горизонтов, смывом и дефляцией почв (см. 38)
- Местами наблюдается некоторое уменьшение мощности горных ледников. Потенциальные ресурсы велики. Существует теоретическая угроза таяния материковых льдов и деградации вечной мерзлоты в связи с вероятным потеплением климата
- Быстро увеличиваются. Засолено около 20 % всех орошаемых земель. Требуется внимание и регуляция
- Глобальное антропогенное опустынивание оценивается в размере 6,7 % всей суши. Его скорость — 44 га/мин. Требуется экстренная регуляция
- Практически не изменены, хотя локально такие изменения произошли: срывание гор в ходе добычи ископаемых и т. д.
- Практически не изменены
- Изменены локально, например, в результате заполнения водохранилищ (вызванные, «наведенные» землетрясения до 6 баллов по 12-балльной шкале), откачки подземных вод, усыхания крупных водоемов (Арал) и др. причин. Требуется внимание
- Постепенно истощаются, но ресурсы велики, кроме ряда металлов (меди, свинца, серебра, золота и т. д.), запасы которых перспективны на 15—20 лет. Накопление на поверхности земли извлекаемых из глубин тяжелых металлов имеет кризисный характер, угрожающий геохимическими катастрофами. Требуется экстренная регуляция и пристальное внимание

Ресурсы продуцентов

45. Генетико-видовой состав растительности и хемопродуцентов
46. Растительная биомасса (в том числе лесные ресурсы) — в статике
47. Фотосинтетическая активность и первичная продуктивность
48. Хозяйственная производительность растительного покрова
49. Системно-динамические качества фитоценозов как функциональной части экосистем
50. Способность продуцентов к очистке и др. их свойства в природных системах, включая производство свободного кислорода
51. Ботанические «загрязнения» (вредные акклиматизанты)
- Под угрозой исчезновения до 10 % видов растений. Требуется охрана
Биомасса продуцентов глобально снизилась приблизительно на 7 % (по другим данным на 20 и более процентов)
Общая фотосинтетическая активность ниже желаемой (растения потребляют меньше CO₂, чем его выбрасывает хозяйство). Первичная продуктивность упала примерно на 20 %. Требуется регуляция
Не соответствует современным нуждам хозяйства. Может быть повышена лишь в ограниченных масштабах. Необходим переход на агрометоды производства и экономное использование. Целесообразен интенсивный поиск заменителей
Наблюдающееся упрощение (вплоть до монокультур) потенциально опасно. Требуется регуляция и пристальное внимание
Ниже естественных норм и потребностей человечества (см. 17). Местами требуется восстановление
Локально приносят ущерб. Требуется внимание

Ресурсы консументов

52. Генетико-видовой состав животного мира и растений-консументов (главным образом генетические ресурсы животного мира)
53. Биомасса консументов
54. Вторичная биологическая продуктивность
55. Хозяйственная производительность консументов
56. Системные динамические качества консументного звена экосистем как управляющей подсистемы в системах биосферы
57. Роль животных как санитаров, поглоателей химических веществ, опылителей и т. д.
58. Консументные загрязнители (случайные акклиматизанты)
- Под угрозой около 1000 видов крупных животных и неизвестное число мелких. Требуется сохранение реальных и потенциальных ресурсов
В целом стабильна, но нередко хозяйственно нежелательные формы сменяют полезные, крупных животных заменяют мелкие. Требуется регуляция и внимание
В целом ниже желательного для людей уровня (нехватка белка). Может быть повышена, особенно локально
То же. Имеет перспективы аквакультуры
Недостаточно учитываются и используются. Искусственно подввляются (борьба с «вредителями») опасными методами (пестициды)
Местами подавлена, что приводит к экономическим ущербам (снижение урожайности и т. п.). Требуется внимание
Регионально очень нежелательны. Требуется пристальное внимание

Ресурсы редуцентов

59. Генетико-видовой состав редуцентов (главным образом генетические ресурсы микроорганизмов)
60. Биомасса редуцентов
61. Химико-физическая активность редуцентов (с ее хозяйственной оценкой)
62. Системно-динамические качества подсистемы редуцентов в экосистемах
- Видимо, почти не изменен, но вопрос изучен слабо. Вероятно возникновение новых форм, в том числе нежелательных или даже опасных (новых заболеваний, разрушителей материалов и т. п.). Требуется внимание
Нет даже оценок
Ниже желаемого уровня (не происходит самоочищения среды жизни). Требуется пристальное внимание
Видимо, неизменны

- | | |
|---|---|
| 63. Микробиологические загрязнения (в том числе вирусные) | Усиливаются, создают пандемии, но в ходе борьбы с ними подавляются. Требуется повседневный контроль и напряженная борьба, в особенности с помощью ослабления культур, превращения «в друзей» без освобождения экологических ниш |
|---|---|

Комплексная ресурсная группа

Климатические ресурсы

- | | |
|---|---|
| 64. Естественные климатические ресурсы | Существует угроза резкого изменения. Необходима регуляция |
| 65. Водоизменения климатических ресурсов (местного климата) | Позитивные и негативные изменения. Необходимо внимание |

Рекреационные ресурсы

- | | |
|---|---|
| 66. Ресурсы природной среды — оптимума повседневных условий для жизни людей | В целом благополучны, кроме отдельных мест, особенно в урбанизированных регионах. Требуется регуляция |
| 67. Ресурсы отдыха | Происходит быстрое истощение. Требуется внимание |
| 68. Лечебные природные ресурсы | То же |

Антропоэкологические ресурсы

- | | |
|---|--|
| 69. Природно-очаговые эпидемии и трансмиссивные заболевания | Ведется успешная борьба. Возможно возникновение очагов новых типов. Требуется пристальное внимание |
| 70. Социально-антропоэкологические ресурсы | Социальная среда усложняется. Возрастают стрессы. Требуется особое внимание |
| 71. Генетические ресурсы человечества | Напряжены. Местами близки к истощению и наблюдается генетическое вырождение (разрушение генофонда) |

Познавательные-информационные природные ресурсы

- | | |
|--|--|
| 72. Природно-эталонные ресурсы | Постепенно исчезают. Требуется внимание, при возможности — восстановление |
| 73. Природно-исторические информационные ресурсы | Деградируют. Необходимо сохранение и поддержание, при возможности — восстановление |

Ресурсы пространства и времени

- | | |
|--|---|
| 74. Ресурсы пространства (территориальные, водного и воздушного, включая ближайший космос, пространства) | Наблюдается переуплотнение населения, замусоривание даже ближайшего космического пространства. Требуется внимание |
| 75. Ресурсы времени | Один из самых дефицитных ресурсов. Человечество не успевает реагировать на производимые им же изменения среды. Возникает угроза глобального дисхроноза исторического развития |
| 76. Ресурсы общего экологического баланса | Близки к истощению. Необходимо особое внимание |

В целом наблюдается ресурсная напряженность. Человечество выросло из коротких штанишек лишь пользования плодами Земли. А перехода к системному ресурсному мышлению окончательно не произошло. Он, видимо, совершится в ближайшие годы. По оценкам, человечество для этого имеет 3—4 десятилетия. Хватит ли людям мудрости преодолеть трудности без жесточайших конфликтов, покажет время.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ И ПРИРОДНЫЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ТЕРРИТОРИИ

Последнюю ступень невежества представляет собой человек, который, глядя на растение или животное, вопрошает: «А что с них толку?»

А. Леопольд

Понятия, совершенно очевидные для одних ученых, порой кажутся другим глубочайшей ошибкой¹. Такова судьба и представлений об экологическом равновесии. Причина отсутствия взаимопонимания лежит в области различного толкования слова «равновесие». В механике (статике) оно обозначает состояние покоя, неподвижности, стационарности. Это физическое понимание отражено во многих словарях без упоминания о иных толкованиях. Между тем динамическое равновесие в других разделах физики и в химии означает состояние не покоя, а подвижного баланса в ходе одновременно идущих противоположных процессов, например, испарения и конденсации или синтеза — распада при обратимых химических реакциях. «Равновесие» в данном случае означает сохранение определенного состояния, взаимоотношения. Продолжительность такого равновесия специально не оговаривается, но подразумевается, что она в открытых системах длительна, а в закрытых условно бесконечна.

В еще более динамичном понимании слово «равновесие» рассматривается биологией, экологией и географией. Тут оно нацело теряет свой физический смысл и значительную часть признаков «химического» толкования, прежде всего в количественных характеристиках. Вместо условно абсолютного равенства противоположных процессов рассматривается медленно изменяющееся неравенство, например ассимиляция и диссимиляция, баланс вод между сушей и океаном и т. п. Взамен неопределенного времени подразумевается его эволюционные, исторические, даже системно-индивидуальные отрезки. В абсолютных величинах они колеблются от миллиардов и миллионов лет (для космических и геологических систем) до немногих минут (индивидуальное «равновесие» для одноклеточных организмов, существование которых длится несколько более часа). Сохраняется лишь самый существенный признак динамического равновесия — относительная неизменность определенного состояния, или качества рассматриваемой системы. В экосистемах это состояние возникает в результате динамического сопряжения взаимосвязанных экологических компонентов (энергии, газового состава, воды и т. д.) и происходящих в них процессов в пределах, диктуемых внутренними связями и внешними воздействиями. Если происходит смена качества и прежнее равновесие нарушено, может наступить новый его этап или даже весьма отличающаяся форма. Следовательно, экологическое равновесие — сохранение природной или природно-антропогенной системы в качественно определенном состоянии в течение системно-характерного для нее времени (например, для биосферы в рамках крупного эволюционного этапа ее развития — в течение геологического периода).

Экологическое равновесие в силу очень расширенного понимания самого слова «экология» можно рассматривать как чисто эволюционное, эволюционно-историческое понятие — соотношение ресурсно-экологических

¹ Глава подготовлена в соавторстве с Ар. Н. Реймерсом.

возможностей и хозяйственных потребностей — и как сравнительно кратковременный природный баланс функционального и территориального плана. Эти вопросы были подробно рассмотрены нами ранее¹ и в разделах 3.9.1 и 3.14 этой книги, поэтому ограничимся упоминанием о них.

Природный баланс имеет геофизические, геохимические и биологические аспекты. При этом в приложении в человеку биологический аспект приобретает индивидуальное и общественное звучание, начиная от здоровья людей и кончая их социально-экономическими устремлениями. Противоречивость естественных процессов и множества целей человечества столь велика, что наука еще очень далека от разработки окончательных рецептов. Ясен лишь общий принцип: человек как составляющее биосферы и ее живого вещества всецело зависит от благополучия того эволюционного состояния системы в целом, в котором он возник и развивался. Следовательно, глобальное нарушение экологического равновесия, переход биосферы в иное качественное состояние означало бы для человечества геофизическую, геохимическую и биологическую катастрофу. Социальные механизмы как вторичные могут ее отдалить или приблизить, но не ликвидировать. В данном случае имеется полная аналогия с продолжительностью индивидуальной жизни — все формы активного сохранения здоровья не могут сделать человека бессмертным, но способны значительно отдалить роковой момент.

Осознание факта «смертности человечества» нередко с порога отмечается как порок «финализма». Между тем именно вера в «бессмертие» разоружает науку, заменяет точное знание слепым верованием, что все само собой как-то уладится. Не вера в то, что «кривая вывезет», а активное, как правило, «мягкое» управленческое вмешательство в ход идущих процессов, часто весьма далеких от оптимальных для человечества, с целью направления их саморазвития — задача науки. Это касается и поддержания необходимого людям экологического баланса.

Физический, а скорее энергетический аспект экологического баланса наиболее полно разработан Одумами². Не абсолютизируя значения энергетического подхода, разработанного указанными авторами, следует признать справедливым их утверждение о стремлении природных систем к «нулевому» энергетическому балансу с переносом энергии в одном направлении и равенством ее поступления, расхода и стока. С рядом оговорок можно принять и положение о преимуществе системы, способной к наилучшему приему и использованию энергии. Напомню, что механизмы и пути оптимизации в энергетике системы, по Г. и Э. Одумам (с. 72—73), сводятся к: 1) созданию накопителей энергии, 2) затратам накопленной энергии на обеспечение поступления ее новых порций, 3) затратам энергии на биогеохимический круговорот, 4) адаптационным и гомеостатическим затратам и 5) обмену энергией с другими системами (разд. 3.2.3, 3.8.1 и 3.9.1).

Любые изменения физики планеты неизбежно ведут к переменам энергетических балансов всех био- и экосистем, сдвигам в интенсивности переноса энергии, а, следовательно, новой фазе оптимизации по всем пяти перечисленным пунктам. Меняется величина накопленной в биосфере

¹ Реймерс Н. Ф., Штнльмарк Ф. Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. С. 87—115.

² Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.; Одум Г., Одум Э. Энергетический базис человека и природы. М.: Прогресс, 1978. 379 с.; Odum E. P., Odum H. T. Natural areas as necessary components of man's total environment//Trans. 37-th. N. Amer. Wildlife and Natur. Resour. Conf., Mexico City, Mex., 1972. Washington, D. C. 1972. P. 178—179; Одум Ю. Экология. В 2-х тт. М.: Мир, 1986. 328, 376 с.

энергии, ее способность воспринимать и отдавать новые энергетические порции, трансформируются биогеохимические циклы, меняются адаптационные способности и энергетические взаимодействия крупных подсистем биосферы. То же происходит на более низких ступеньках лестницы природно-системной иерархии — на уровне суши и океана, их подразделений — биомов и т. д. (см. главу 2).

На экосистемной «ступеньке» происходит сдвиг в соотношении звеньев экологической (в данном случае — энергетической) пирамиды. Например, общий энергетический баланс двух аналогичных (скажем, луговых) экосистем, в одной из которых доминирующими первичными консументами служат крупные копытные животные, а в другой мелкие беспозвоночные-фитофаги (после того, как в экосистеме были уничтожены крупные травоядные млекопитающие, большая часть грызунов и даже значительная доля членистоногих), может быть аналогичен. Но относительные затраты энергии у мелких особей выше, чем у крупных (разд. 3.8.1), механизмы накопления энергии — другие, интенсивность и характер биогеохимического круговорота в экосистеме иная, адаптационные реакции резко отличны, а обмен энергией с другими экосистемами подчиняется особым правилам, не совпадающим у двух рассматриваемых аналогов.

Физическое состояние всей ткани биосферы, таким образом, может оказаться очень далеким от исходного. Ход этого процесса управляем лишь до определенной грани, количественная характеристика которой выражается функциональным и территориальным соотношением природных систем различной степени организованности и сложности.

Г. Ф. Хильми, исследуя физику биосферы, сформулировал закон обеднения «разнородного живого вещества в островных его сгущениях»¹ (разд. 3.2.5 и 3.7.3). Напомним, что этот закон гласит: «индивидуальная система, работающая в... среде с уровнем организации более низким, чем уровень самой системы, обречена: постепенно теряя свою структуру, система через некоторое время растворится в окружающей... среде»².

Следовательно, физическое состояние сложных природных систем всецело зависит от общего уровня организации среды. Ее структурная поляризация в ходе освоения человечеством с перенесением центра тяжести на упрощение (монокультуры — максимально упрощенные ценозы) таит в себе потенциальные опасности для людей.

Геохимические круговороты, имеющие естественные механическую, физико-химическую и биогенную составляющие, взаимодействующие с техногенной миграцией элементов, в настоящее время охватывают все 104 элемента периодической системы Д. И. Менделеева и многие их изотопы. В силу так называемой технофильности элементов (отношение их ежегодной добычи к среднему содержанию в земной коре, или кларку), а также все большего техногенного геохимического давления, т. е. перехода элемента из техногенного потока в природный, измеряемый в т/км², на поверхности Земли образуются непропорциональные среднеглобальному естественному фону скопления элементов³. Увеличивается и загрязнение поверхностных геосфер различными веществами — кислотами, нефтью и т. д.

Антропогенное нарушение естественного химического баланса иногда приносит внезапные «сюрпризы», осознаваемые в результате лучшего, чем прежде, знания положения вещей. Такой высокотехнофильный элемент, как алюминий, еще недавно считался безвредным. В живом веществе он

¹ Хильми Г. Ф. Основы физики биосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1966. С. 272.

² Там же. С. 272.

³ Перельман А. И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1979. 423 с.

выступает в качестве микроэлемента (его содержание тут равно $5 \cdot 10^{-3}\%$)¹. Более тщательное изучение воздействия алюминия на организм человека выявило, что этот металл вызывает нарушения мозговой деятельности, заболевания костей, анемию и различные неспецифические синдромы. Высокой токсичностью обладают свыше 20 других широко распространенных металлов².

Поскольку, по закону биогенной миграции атомов В. И. Вернадского, миграция химических элементов в биосфере осуществляется при непосредственном участии живого вещества (разд. 3.10), существующее экологическое равновесие определяет как нынешнюю геохимическую ситуацию, так и ту, что сложится в будущем. При этом законы сложения геохимической картины ближайшей и более отдаленной перспективы известны очень мало, если вообще мы что-то знаем с достаточной для практики степенью подробности.

Еще менее ясно положение в области биологического сектора глобальной экологии. Живое вещество обладает определенным единством, нарушение которого вызывает компенсаторные реакции. Яснее всего они проявляются в освоении организмами новых экологических ниш, — грубо говоря, занятии ими новых позиций в биологической борьбе всех против всех (разд. 3.8.2). Практически мы ощущаем такие перестройки в виде появления новых массовых вредителей и возбудителей болезней растений, животных и человека. Собственно, явление сверхразмножения вообще есть результат нарушения экологического равновесия, дисбаланса в природной системе: в «дикой» природе вредителей нет.

Человечество как биологический вид находится в ткани живого вещества планеты. Пока недостаточно ясна степень единства этого образования, глубина взаимосвязанности в нем видов. Имеющиеся косвенные данные говорят о наличии взаимозависимости. Так, вирусы гриппа непатогенных для человека форм широко циркулируют среди животных³. Генетические рекомбинации приводят к одинаковым изменениям вируса и к практически одновременной вспышке заболевания по всему миру, хотя природные резервуары вируса чрезвычайно разнообразны (дикие и домашние птицы и млекопитающие), а контакты между людьми нередко совершенно исключены. Английский эпидемиолог XIX века Черльз Крейтон винил в одновременности пандемий гриппа некие глобальные «миазмы»⁴. Были довольно успешные попытки связать время пандемий гриппа с периодами повышенной солнечной активности: 1917, 1928, 1937, 1947, 1957, 1968 и 1980—81 гг. — одновременно годы высокой солнечной активности и пандемий гриппа⁵. Поднялась волна гриппа и в период повышения солнечной активности 1990—1991 гг. Впрочем, сейчас они следуют почти ежегодно.

Вне зависимости от «спускового механизма» пандемий гриппа одновременная адекватная реакция вируса и его носителей говорит о высокой степени единства живого вещества (закон см. в разд. 3.3), а следовательно, и о глубокой зависимости между видами, его составляющими. Сам факт возможности возникновения и циркуляции вируса одного типа в различных видах животных говорит о их физико-биохимическом средстве.

¹ Перельман А. И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1979. 199 с.

² Pell G. S. Metals in the environment. 2. Health effects//Chem. Brit. 1980. V. 16. № 6. P. 323—326.

³ Львов Д. К., Жданов В. М. Роль природных биоценозов в сохранении генофонда популяций вируса гриппа//Экология вирусов. М., 1980. С. 5—10.

⁴ Hogle S. F. Wickzumasingha C. Influenza from space?//New Sci. 1979. V. 79. № 1122. P. 946—948.

⁵ Классический труд этого направления: Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь. 2-е изд. М.: Мысль, 1976. 367 с.

Непосредственными наблюдениями подтверждается очевидная связь живого в процессе создания биосреды. Так, процент облесенности местности — фактор среды, наиболее часто коррелирующий с состоянием здоровья населения¹. Присутствие зелени просто необходимо для человека.

Возникает вопрос: до какой степени уменьшения разнообразия экосистем (с антропогенным исчезновением видов и заменой сложных ценозов простыми) будет сохраняться здоровье человечества как целого? Второй вопрос: какова же степень ныне существующего упрощения, экологической депривации, ведущей к потере устойчивости? На первый вопрос пока нет ответа. Ответ на второй вопрос предположителен. Есть основания полагать, что живое вещество в целом уже потеряло порядка 90% генного разнообразия². Поскольку отсутствуют данные о допустимой потере (ответ на первый из поставленных вопросов), это число нам пока ни о чем не говорит.

Более того, судить о благополучии среды по состоянию здоровья ныне уже зрелого поколения людей, к сожалению, нельзя. Эффекты могут выявиться лишь у потомков. Так, широкое применение в медицине США химического аналога женского полового гормона (с иным молекулярным строением, чем естественный) в 1940—1950 гг. неожиданно привело к резкому учащению заболеваний раком матки и влагалища у 15—22-летних дочерей женщин, пользовавшихся этим препаратом³.

Из теоретической экологии хорошо известно, что внешне преуспевающие популяции в ряде случаев могут стоять на пороге серьезных потрясений. Социально-экономические успехи человечества нередко скрывают биологическое неблагополучие, и это делает проблему еще более сложной.

Затушевывание экологического дисбаланса весьма обычно. Так, высокие урожаи, получаемые с помощью минеральных удобрений, гербицидов, фунгицидов, инсектицидов и т. п., дающие желаемый экономический эффект, скрывают прогрессирующую минерализацию почв. В ФРГ этот процесс уже давно приобрел угрожающие масштабы⁴. Высокие урожаи маскируют и тот факт, что сейчас повсеместно наметилась тенденция более высоких темпов разрушения почвенного покрова, чем скорость почвообразования. Для формирования 1 см почвенного слоя требуется в зависимости от условий от 10 до 50 лет⁵. Под монокультурой кукурузы дефляция почвы идет со скоростью 1,3 см/год, т. е. во много раз быстрее почвообразования.

Приведенные примеры указывают на необходимость превентивной заботы об экологическом равновесии, которое биологически необходимо человечеству, а в социально-экономическом смысле оказывается экологическим фундаментом развития общества.

В качестве такого фундамента экологическое равновесие в эпоху товарно-денежных отношений выступает как своеобразный «товар», стоимость которого возникает из прямых затрат на охрану природной среды и кос-

¹ Miksl R. Faktor leša jako hezávisie proměná son barného ukazatela zivotiko prostrědt// Cs. hyg. 1979. V. 24. P. 149—152.

² Vida G. Genetic diversity and environmental future//Environ. Conserv., 1978. V. 5. № 2. P. 127—132.

³ McAllister K., Kriebel D. Cancerogen fill DES and cancer//Environ-ment. 1980. V. 22. № 27. P. 35—36—

⁴ Heigerer H. Landwirtschaft und Umweltbelastung//Schriften Agrarwiss, Fachbereichs Univ. Kll. 1979. № 51. S. 290—304.

⁵ Бельгибаев М. Е. О предельно допустимой величине дефляции почв//Прогресс, направления проектирования, строительства и эксплуатации мелиоративных систем в условиях Сибири. Красноярск, 1978. С. 252—254.

венных вложений общества, связанных с отказом от перспективных в экономическом смысле, но пагубных в экологическом отношении начинаний (разд. 6.4). Величина экономического эффекта от проведения природоохранных мероприятий может оцениваться как разность полных народнохозяйственных затрат до осуществления мер по улучшению среды и после их проведения плюс разность доходов до и после проведения природоохранных мероприятий¹. Такой подсчет сделать очень трудно, поскольку в его орбиту неминуемо включаются социальные преимущества и издержки длительного периода времени. На примере Швейцарии было показано, что даже в условиях рыночной экономики ландшафт не может быть приравнен к товару, так как он необходим всем и его сохранение и восстановление проводится в интересах всего общества².

Если говорить об экологическом равновесии, то затраты на его достижение в сельскохозяйственных районах европейской части нашей страны оцениваются в размере 600 тыс. р. на каждые 1000 га сельскохозяйственных угодий со сроком окупаемости в течение 3—5 лет после их проведения³. В лесном хозяйстве Карпат общая экономическая оценка 1 га леса в 80-е гг. достигла 5,7 тыс. р., а затраты на его восстановление составляют всего 217,7 р/га (Ю. Ю. Туныця, личное сообщение). Ежегодный суммарный экономический эффект горных лесов Средней Азии колеблется в зависимости от условий в пределах 80—750 р. на 1 га, а коэффициент экономической эффективности затрат на защитное лесоразведение от 0,15 до 2,5 р/га⁴. При этом указанный доход исчисляется без цены реализованной древесины, побочного пользования лесом и продукции сенокосов⁵. Расширяя число отраслевых примеров, можно указать, что для одного из участков в Великобритании оценка рекреационных ресурсов составила 157 фунтов стерлингов на 1 га в год⁶, а в штате Мичиган прибрежные водно-болотные угодья в 1977 г. дали доход в размере 489,69 долларов на акр⁷.

Суммарный экономический эффект природных особо охраняемых территорий, как указывалось в нашей книге о них (см. сноску в начале главы, с. 197—205), начал превышать доход традиционного хозяйства, поскольку оздоравливающие и поддерживающие природный баланс свойства этих территорий несотъемлемы от экономического механизма, а рекреационные потребности населения и его нужда в здоровой среде жизни растут опережающими темпами по отношению к остальным нуждам. Особенно ярко последняя тенденция проявляется в густонаселенных развитых странах. Например, в Великобритании уже в 1977 г. расходы на отдых составили 20% бюджета потребителей⁸.

¹ Г о л е н и ц к и й А. Н. Вопросы определения экономической эффективности капитальных вложений на охрану окружающей среды.//Науч. Тр. Моск. ин-та управления, 1978. № 136. С. 132—139.

² Weiss H. Landschaft als Ware?//Anthos. 1979. V. 18. № 3. S. 2—8.

³ Н о в о ж е н и н Ю. X. Экосистемное землепользование как принципиальная основа для возрождения природы//Интродукция, акклиматизация растений и окружающая среда: Куйбышев, 1978. № 2. С. 113—133. Масштаб цен соответствующего года.

⁴ Ю р к е в и ч М. С. Экономическая эффективность защитного лесоразведения на горных склонах в Средней Азии//Тез. докл. на Всес. совещ. «Защитное лесоразведение и рациональное использование земельных ресурсов в горах». Ташкент, 1979. С. 293—294.

⁵ А ж и б е к о в К. А. Экономическая эффективность защитных насаждений в поясе арчевых лесов Киргизии//Там же. С. 298—301.

⁶ Everett R. D. The monetary value of the recreational benefits of wildlife//J. Environ. Manag. 1978. V. 8. № 3. P. 203—213.

⁷ Raphael C. N., Jaworski E. Economic value of fish, wildlife and recreation in Michigan's coastal wetlands//Coast Zone Manag. J. 1979. V. 6. № 3. P. 181—194.

⁸ Patmore J. A. Recreation and leisure//Progr. Hum. Geogr. 1978. V. 2. № 3. P. 118—125

Пример сравнения экономической эффективности использования долины реки Катунь как рекреационной территории и источника получения гидроэнергии приведен в приложении «Методология научной...» к этой книге, поэтому дальнейшую аргументацию здесь продолжать не будем.

На высокую экономическую эффективность заповедания указывал еще в 1882 г. известный шведский полярный исследователь А. Э. Норденшельд (1832—1901), опубликовавший к сожалению полузабытую статью «Проект устройства в северных странах государственных парков». Ученый говорил о необходимости перевода крупных лесных территорий на особый режим с запрещением рубки и других видов лесопользования ради сохранения природных ресурсов¹.

Экологическая оптимизация ландшафта с помощью природных особо охраняемых территорий широко применяется в нашей стране и за рубежом. Эта целевая функция их создания особенно четко выражена в республиках Балтии и в Польше². В Прибалтике сеть различных категорий охраняемых территорий по плану должна занимать около 40% площади. В Польше к 2000 г. по проекту Комиссии охраны и формирования ландшафта Польской АН абсолютные резерваты будут охватывать порядка 0,75% площади страны, национальные парки рекреационного назначения — 1,5% ее территории и еще 20—30% площади страны займут зеленые зоны, места воскресного отдыха населения и тому подобные участки³.

С точки зрения тех положений теории, которые следуют из законов одного и десяти процентов, всей идеологии, изложенной в главе 3 книги, площадь особо охраняемых, или, вернее, целенаправленно охраняемых территорий должна быть такой, чтобы не нарушать упомянутые законы. Строго говоря, это утверждение — революционный переворот во всей теории «заповедного дела» (крайне неудачный термин), или сепортологии, как мы назвали этот раздел знания. Ранее был иной подход. Говорили о сохранении биоты, некоей отвлеченной «природы». Для достижения такой цели нужны лишь относительно небольшие территории. Но для поддержания экологического равновесия всегда охранять требуется либо площади, бóльшие чем неохраняемая их часть, либо жертвовать балансом старого уровня ради возникновения нового. Сохранить можно лишь системные природные совокупности, а не какие-то отдельные компоненты. Это хорошо известно биоэкологам. Вид без сохранения его местообитания неминуемо исчезает. И при этом не один, а в консорционном комплексе.

В связи со сказанным следует вести речь о *сохранении в той или иной степени неизменном виде подавляющей части пространства планеты* — не отдельных процентов территории суши, а в зависимости от степени преобразованности экосистем многих десятков процентов. Эта идеология была отражена на картосхемах изданных мною словарей (рис. 5.1).

Этот теоретический подход был подкреплен физико-математическими расчетами В. Г. Горшкова⁴, указавшего, что лишь система биосферы спо-

¹ Blafield M. A. E. Nordenshlold ja Kansallispuistooate//Suomen luonto. 1980. V. 39. № 5. P. 219—222, 249.

² Формирование растительного покрова при оптимизации ландшафта//Материалы 3-й Всес. школы, Каунас, 10—14 сент. 1979. Вильнюс. Ин-т ботан. АН ЛитССР, 1979. 206 с.; Маценко А. Е., Пеиькос-Миркова Г. Об охране природы в Польше//Бюлл. Гл. Ботанич. Сада АН СССР. 1980. № 116. С. 72—73. Напомним, что под особо охраняемыми территориями понимаются любые площади суши и акватории, непосредственно предназначенные для тех или иных целей охраны природы и поддержания среды жизни.

³ Kozgowski S. Ekologiczny system obszarow chronionych//Aurora. 1979. № 8. P. 20—22.

⁴ Горшков В. Г. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды//Итоги науки и техники. Теоретические и общие вопросы географии. М., 1990. Т. 7.

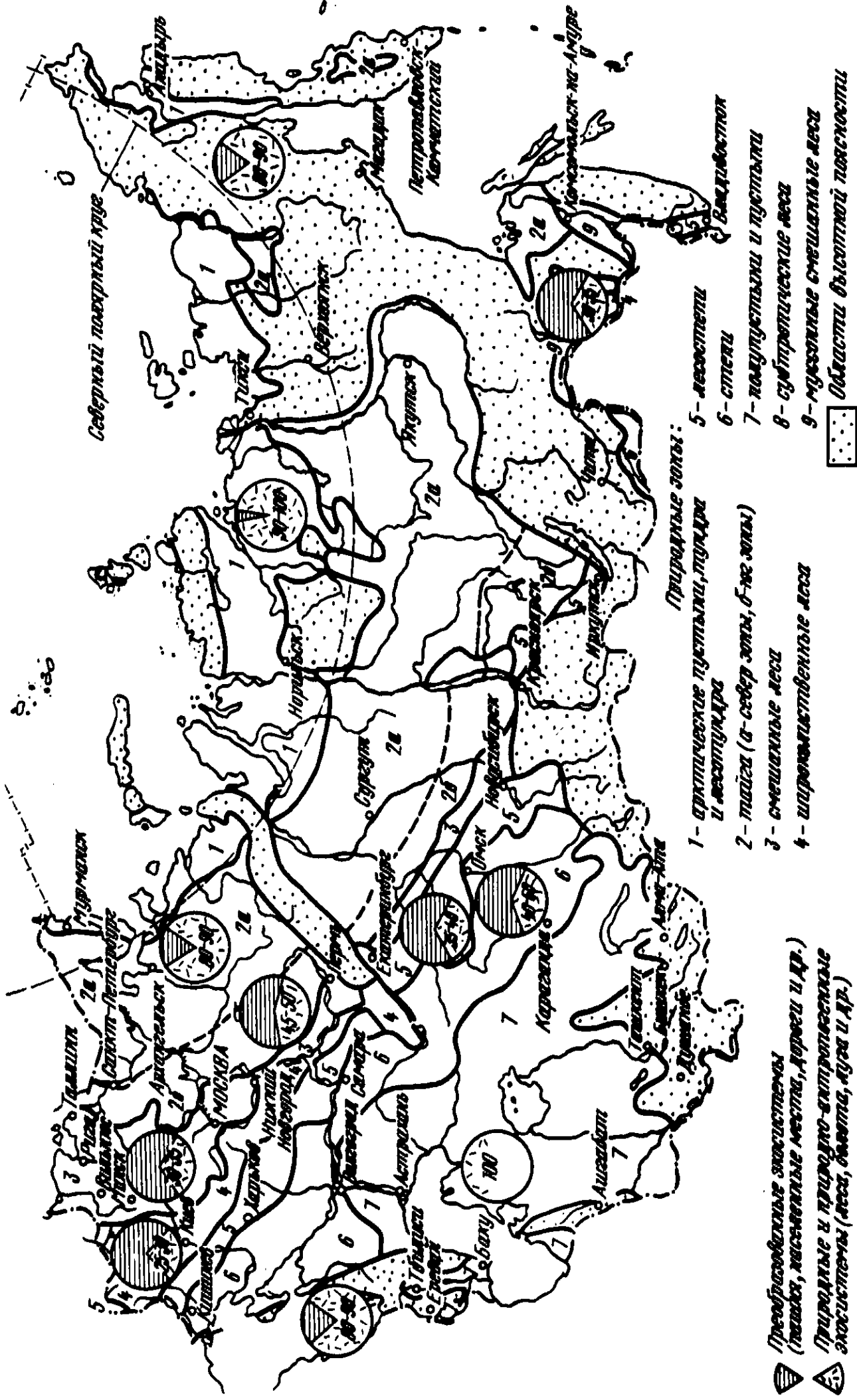


Рис. 5.1. Оптимальное соотношение интенсивно эксплуатируемых и экстенсивно используемых, а также особо охраняемых территорий, обеспечивающее экологическое равновесие (в %, по природным зонам)

собна поддерживать энергетический баланс на Земле. При этом человечество не может менять энергетику приземного слоя больше, чем на сотую часть, а компенсация за счет антропогенной энергии нереальна, поскольку нынешний энергетический расход в 10 раз выше допустимого для людей. Грубо говоря, можно изменить лик планеты, на 100% на одной сотой части Земли, на 10% на ее десятой части или на 1% глобально. За этим пределом лежит неминуемая деструкция биосферы.

Следовательно, поддержание экологического баланса путем организации особо охраняемых территорий различного типа и сепартология как наука, исследующая и оптимизирующая эти процессы, превращаются в социально-экономически значимый инструмент выживания человечества. К сожалению, это познается с большим трудом.

С помощью экологической оптимизации можно решать крупные эколого-экономические проблемы, в частности, приостановить процесс опустынивания планеты, например в нашей стране — аридизацию южных районов; резко повысить урожайность полей, сохранить водность рек, баланс вод и продуктивность южных морей. Все это достаточно хорошо известно, но не приобрело характера всеобщих целенаправленных программ.

Экологическая оптимизация — интегральная программа, назначение которой — создать предпосылки для функционального и территориального механизмов поддержания экологического равновесия. Однако переход от многоцелевой к интегральной программе, т. е. от сетей природных охраняемых территорий к их экологически и социально-экономически обоснованным системам еще не осуществлен. Это хорошо видно на примере организации природоохранных служб и сетей охраняемых участков в США¹. В этой стране существуют три природоохранные службы: 1) рыбы и дичи, 2) национальных парков и 3) рекреации и национального наследия.

Природные особо охраняемые территории группируются в США в 5 сетей: 1) национальные фаунистические заказники (свыше 500, общая площадь 13,5 млн га), 2) национальная система сохранения участков дикой природы (130, общая площадь более 4,8 млн га, но расположены эти участки главным образом в пределах фаунистических заказников, их 40 общей площадью 230 тыс. га, и национальных парков, число которых 85, площадь 4,6 млн га), 3) экологические резерваты научного назначения (свыше 300, площадь около 1,7 млн га, главным образом в пределах фаунистических заказников), 4) система национальных нетронутых и живописных рек (общая протяженность 165 тыс. км) и 5) система национальных парков (около 40 парков и 160 других видов территорий общей площадью примерно 12 млн га; сюда же входят природные достопримечательности — монументы). Этот «слоеный пирог» дополняет находящаяся под эгидой Службы национальных парков Программа природных эталонов. Этой Программой охвачено около 450 территорий, юридически особо не охраняемых и находящихся на моральной ответственности частных землевладельцев². Разновидностью рекреационных территорий, также курируемых Службой национальных парков, служат национальные морские побережья (длина 970 км, площадь 238 тыс. га, всего 10 участков, первый из которых основан в 1937 г.).

Еще бóльшая путаница в типологии охраняемых территорий существовала во время Первой всемирной конференции по национальным паркам

¹ Васок И. В. Защита живой природы//США: Экоиом., полит., идеолог., 1979. № 10. С. 108—117.

² Waggoner G. S. The natural landmarks program//Proc. 1-st Conf. Sci. Res. Nat Parks. New Orleans, La, 1976. V. 2. Washington, D. C., 1979. P. 1161—1163.

(Сиэтл, 1962). Тогда выделяли 22 их типа¹. Сейчас Всемирным списком национальных парков в эквивалентных им территориях, составленным МСОП совместно с ЮНЕСКО, рекомендуется всего пять категорий природных охраняемых участков: 1) национальные парки, 2) провинциальные парки, 3) полные резерваты, или резерваты направленного режима, 4) природные парки и заказники различного профиля и 5) исторические, культурно-исторические и археологические заказники.

Соотношение этих типов территорий с принятыми в РФ категориями природных охраняемых территорий следующее. Национальных парков, теоретически предусматривающих юридический статус абсолютно независимого природопользования, в нашей стране пока немного. Национальные природные парки РФ по признаку землепользования сходны с провинциальными, подчиняющимися не центральному, а местным властям и имеющие рекреационное назначение. В нашей стране их юридический статус очень неопределен. Категории полных резерватов и резерватов направленного режима соответствуют наши заповедники. К группе природных парков и заказников относятся все наши заказники и некоторые национальные природные и природные парки, не являющиеся основными землепользователями на своих территориях. К историческим, культурно-историческим и археологическим заказникам относятся наши так называемые «музеи-заповедники» типа Кижей, Валаама, Соловецких островов и т. д.

Группа биосферных заповедников не имеет ярко выраженного юридического статуса. В нее входят как крупные заповедники, так и карликовые (Приокско-Террасный и Центрально-Черноземный заповедники имеют абсолютно охраняемую площадь менее 5 тыс. га, причем последний состоит из нескольких участков), представляющие собой обрывки местных экосистем, хотя изначально предполагалось, что в группу биосферных должны быть включены только большие по площади участки, экологически обособленные от соседних и не затрагиваемые хозяйственной деятельностью.

Явное противоречие отвлеченной теории и реальной практики даже при выделении биосферных заповедников указывает на крах весьма прогрессивной в прошлом «эталонной стратегии» заповедного дела. С другой стороны, концепция поддержания экологического равновесия с помощью различных категорий особо охраняемых природных территорий органически дополняется пространственными системами воспроизводства природной среды² и режимов особого природопользования³.

Территориальная система воспроизводства природной среды в приложении к Западной Сибири включает 9 классов лесных земель (Михайлов Ю. П., Будаков С. Т. С. 47—48):

1. Земли, предназначенные для выращивания лесов промышленного назначения.

2. Земли, предназначенные для удовлетворения социальных и близких к ним потребностей.

3. Земли, занятые лесами санитарно-гигиенического назначения.

4. Леса и лесонасаждения специального ветрозащитного назначения, агролесополосы и т. п.

¹ Э й л а р т Я. Х. Охраняемые территории и просвещение//Проблемы природоохранного просвещения. Новосибирск: Наука, 1962. С. 63—70.

² М и х а й л о в Ю. П. Территориальные системы воспроизводства природной среды (зоны тайги Сибири)//Сибирский географический сборник. Вып. 11, Новосибирск, 1975. С. 3—29; Михайлов Ю. П., Будаков С. Т. Лесные ресурсы тайги Западной Сибири и их использование//Там же. Вып. 15. Новосибирск, 1980. С. 5—50.

³ В и к у л о в В. Е. Режим особого природопользования (на примере озера Байкал). Новосибирск: Наука, 1982. 192 с.

5. Водоохранные и почвозащитные леса.

6. Лесные земли водосборного назначения, регулирующие количество и качество поверхностного и подземного стока.

7. Леса фаунозащитного назначения.

8. Земли под заповедниками, резерватами, заказниками и памятниками природы.

9. Лесные земли, трансформированные или предназначенные для трансформации в сельхозугодья, дороги, населенные места и т. п.

Механизм управления экологическим равновесием охватывает все 9 классов земель. Он дает возможность создавать на обширных пространствах режимы особого природопользования, необходимые в наиболее уязвимых местах типа бассейна озера Байкал. В экологическом «пассиве» оказываются лишь 1-й и 9-й классы земель, но даже разумная регуляция промышленных рубок может дать значительный ресурсоохранный эффект. Так, в Республике Коми сведение лесов, а потому их омоложение в ближайшие десятилетия, вероятно, приведет к резкому увеличению прироста лесной биомассы, а следовательно, потребления воды лесами, что может вызвать десятипроцентное снижение речного стока в регионе¹. Значит, водность рек зависит от степени вырубki лесов, а потому от соотношения площадей девяти перечисленных классов земель.

В Финляндии применяется «скандинавский» (столь же «морозовский» метод — по Г. Ф. Морозову, или метод немецко-русских лесоводов) метод вырубki лесов за несколько приемов: сначала их разреживают санитарно-выборочными рубками с увеличением прироста. Порубочные остатки остаются на месте и служат как бы мульчой. Это позволяет сохранить лесную обстановку и тип растительности. Но вместе с тем происходит довольно сильное воздействие на климатические особенности местности — парковые леса значительно суше сомкнутых.

На текущем этапе развития знания появляются элементы, необходимые для моделирования и машинной имитации происходящих процессов. Однако пока господствуют эмоции и узковедомственный подход. Наши заповедники, например, создают в местах, на которые не претендуют другие природопользователи, в границах, никак не увязанных с иными категориями землепользования, и как правило, на участках которые кому-то просто понравились своей привлекательностью или нетронутостью хозяйством (экспертная оценка весьма полезна, но почти всегда требует объективного экспедиционно-полевого уточнения, причем в большей мере, чем это ныне практикуется).

В силу объективных и субъективных причин существует всемирная тенденция (которую можно оправдать и приветствовать, но нельзя признать строго научным подходом) создавать как можно больше охраняемых участков вне связи с реальностью их сбережения и составления ими системы поддержания экологического баланса. Экологическое планирование как таковое либо отсутствует, либо только декларируется. В прибалтийских республиках была сделана попытка системного подхода к территориальному планированию, но пока не осуществлена из-за переживаемых социально-экономических трудностей. Кажется, нигде в мире нет четкой территориально-экологической политики. В крайних случаях это приводит к катастрофам типа сахельской и приаральской. Поскольку нет даже попыток осознанно (научно) регулировать экологический баланс, возникает

¹ Братцев С. А., Братцев А. П. Изменение водных ресурсов рек Коми АССР под влиянием лесохозяйственной деятельности человека // Тр. Коми филиала АН СССР. 1979. № 42. С. 48—61.

природоохранная экспансия, заменяющая планово-экологический подход.

Представление о внетерриториальных охраняемых природных объектах — ярчайший пример «неэкологичного» мышления (у нас в стране близкое понятие природно-заповедного фонда было официально принято на Украине и в некоторых других местах). Вне реального пространства, не привязанные к необходимым для них территориям и определяемым ими условиям среды, никакие живые объекты долго существовать не могут. Выделение в качестве «заповедных» видов, отдельных деревьев и т. п. — самообман, попытка «остановить мгновение». Это достаточно ясно показывают расчеты видоохранной способности даже крупных заповедников. Напомним, что они подчиняются закону обеднения разнородного живого вещества в островных его сгущениях Г. Ф. Хильми (разд. 3.2.5 и 3.7.3).

Не вдаваясь в подробности очень непростой проблемы относительной изолированности большинства биотопов (так называемой «инсулярности»), соотношения их площади, видового разнообразия живущих в них организмов и скорости их исчезновения из биотопов с различной площадью, заметим, что согласно формуле Вильсона, выведенной для предсказания числа видов животных в зависимости от размеров острова (или исследуемого участка), число видов S равно произведению CA^z , где C — параметр, зависящий от числа видов в рассматриваемой таксономической группе, зоогеографическом регионе и при определенном разнообразии среды, A — площадь острова (участка), а z — степень связи числа видов и размера рассматриваемой территории, равная 0,2—0,35 для изолированных участков и 0,11—0,17 для выборок из более крупных островных сообществ¹.

Произведенные расчеты показали, что небольшие по площади резерваты в ближайшие 50 лет потеряют 23% видов крупных млекопитающих, а обширные заповедные участки — 6,34%. Был предложен новый биогеографический параметр, характеризующий минимальную площадь, необходимую для нормального существования вида. Попытку расчета оптимальных территорий для заповедной охраны хищников и крупных травоядных животных сделал в отечественной литературе А. И. Рыжиков². Этот автор предложил для хищников формулу

$$P = (N + n)p,$$

где P — площадь заповедника, N — критическая численность популяции животного, при которой она способна к самовоспроизведению, n — «страховое» поголовье животных в популяции и p — площадь охотничьего (индивидуального) участка охраняемого вида животных.

Для травоядных млекопитающих была предложена формула

$$P = (N + n)r/R,$$

где r — потребность одного животного в фураже в год, R — продуктивность по потребляемому корму на 1 га угодий.

Какова же должна быть площадь заповедника для сохранения, скажем, такого крупного хищника, как тигр?

Минимумом эффективной популяции для крупных животных принято считать равным 1000 особей, что дает сохранение 99% генетического

¹ Miller K. Y., Harris L. D. Pregiating species changes in isolated wild-life preserves // Proc. 1-st Conf. Sci. Res. National Parks. New Orleans, La, 1976. V. 1. Washington, D. C. 1979. P. 79—82.

² Рыжиков А. И. Некоторые методические вопросы создания заповедников // Изв. Всес. геогр. об-ва. 1979. Т. 111. № 6. С. 492—495.

разнообразия после 20 генераций. Следовательно, величина N в формуле (1) должна быть не менее 1000. Примем величину n весьма незначительной и равной $1/10$ этого количества, т. е. 100. Площадь охотничьего участка тигра на российском Дальнем Востоке колеблется от 200 до 1000 кв. км¹. Подставив эти числа в формулу (1), получаем:

$$P = (1000 + 100) (200 + 1000) = 220\,000 \div 1\,100\,000,$$

откуда следует, что размер заповедника для сохранения тигра должен колебаться от 22 до 110 млн га, что явно нереально, так как это как минимум 1% всей площади нашей страны. Заповедная территория для охраны белого медведя заняла бы весь Северный Ледовитый океан и его побережья, так как эти звери имеют огромные индивидуальные участки. Для всех же охраняемых видов животных и растений пришлось бы признать заповедной всю площадь Земли, что вполне логично, так как только при таком условии можно рассчитывать сохранить в первозданной целостности дикую природу планеты. Она была «оптимизирована» именно к пространствам и условиям Земли.

Нереальность сохранения вида вне занимаемых им биотопов, а следовательно, необходимость заповедания достаточно обширных площадей обитания и невозможность такого заповедания в размерах, обеспечивающих эффективную охрану некоторых видов, указывают на то, что в природе их исчезновение неизбежно (если конечно, не проводить разумной природоподдерживающей политики). Оно произойдет рано или несколько позже, но неотвратимо. Отсюда следует, что во-первых, необходима разработка стратегии сохранения многих видов в искусственных условиях (обширных вольерах, специальных зоопарках и т. п.), во-вторых, целесообразно четкое определение безопасных пределов скорости и объемов потери генофонда, о чем уже говорилось выше, и, в-третьих, есть нужда в территориальной оптимизации в масштабах всей биосферы планеты, обеспечивающей сохранение необходимого минимума в сочетании экологических компонентов (в том числе генофонда), дающего возможность дальнейшего гармоничного физического (биологического) существования и развития человечества.

Сбережение целостной ткани живого вещества, которому мы уделяем большее внимание, нежели физическим и химическим компонентам, столь же, если не более, необходимо, чем сохранение физико-химических балансов в биосфере. Живое вещество в значительной мере выступает в этой земной оболочке как управляющая система (это следует из закона биогенной миграции атомов В. И. Вернадского, разд. 3.10). Подчеркивать этот аспект приходится потому, что все еще существует недопонимание того факта, что в природе нет ничего несущественного, чем можно пренебречь. Это тем более так, что многие природные элементы входят в состав потребностей человека (см. главу 7) как необходимая их составная часть.

Биологическая, экологическая, социальная и экономическая задачи сохранения нетронутой природы и экологического баланса интегрируются в глобальную проблему. Ведь речь идет о совершенно реальной возможности проявления искусственно вызванной крайне нежелательной внезапной и неуправляемой смены геологических периодов в сроки, к которым абсолютно не готовы ни природа, ни человечество. Вместо ожидаемой ноосферы может возникнуть сфера деструкции — *sphaera mortifera*

¹ Соколов В. Е., Абрамов В. К., Пикун Д. Г. Биogeографические и антропогенные факторы распространения *Panthera tigris altaica* на юге Дальнего Востока СССР // Тез. докл./14-й Тихоокеанский научн. конгресс. Хабаровск, 1979. Ком. А. Секц. А-2. М., 1979. С. 86—87.

(смертоносная сфера). Нынешние темпы опустынивания — не грозное ли тому предупреждение?

Проблема столь актуальна и широка в своей комплексности, что трудно определить ее научные границы и те средства, которые были бы общественно оправданными для ее решения. На карту тут поставлена жизнь (а если не она, то благополучие) всех людей мира.

Разработка всеобъемлющей эколого-природоохранной программы потребует десятилетий упорного труда и усилий многих тысяч ученых (англичане подсчитали, например, что на каждой квадратной миле земной поверхности в среднем живет 21 млрд 700 млн одних лишь насекомых, а для детального изучения связей в экосистеме широколиственного леса на площади 1 га потребовалась бы работа 40 специалистов в течение 5 лет). Пока же конструировать контуры будущего приходится из очень ненадежных деталей слабого знания. Допустимые сроки кардинального решения некоторых жгучих экологических проблем исчисляются даже не десятилетиями, а единицами лет. Приходится удивляться тому, что это до сих пор еще широко не осознано, и исследования в области поддержания экологического равновесия не превратились в ведущий раздел современной науки.

ГЛАВА 6

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОБЩЕСТВЕННАЯ РЕАКЦИЯ НА НИХ

К сожалению, соображения бережного отношения к природе нельзя ни навязать, ни внушить насильно; только само по себе оно может незаметно войти в обиход каждого и стать никому снаружи незаметным, но непременным стимулом создателя.

Н. К. Перих

6.1. ОБЩИЕ ЧЕРТЫ СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА И ОСОЗНАНИЕ ЕГО ОБЩЕСТВОМ

Все упомянутые выше процессы и вопросы, в том числе формирование экологических областей знания (глава 1), не стоили бы анализа, если бы экология не превратилась в учение о путях выживания человечества. Отсюда и идеологическая ее составляющая, и взрывообразное, довольно хаотичное развитие, отражающееся в перетягивании терминологических одежд. Фактически происходит всемирная гуманитарно-экологическая революция, сменяющая научно-техническую. В последнее время ее и нельзя было называть научно-технической в полном смысле выражения. Скорее это был технический взрыв, базировавшийся на накопленном знании XIX — первой половины XX веков.

Периодизация общественного развития весьма условна. Однако можно рискнуть разделить последний его этап на несколько отрезков. Промышленный этап, или промышленная революция, XVII — XIX веков широко признается. По изменению среды жизни он ознаменовался почти сплошным сведением равнинных лесов в Европе и Северной Америке и чрезвычайно сильным загрязнением в Западной Европе. Например, в 1845 г. выброс серы промышленностью этого региона на 100 тыс. т превышал природное ее выделение в атмосферу. Демографическое давление

в этот период ослабилось миграцией населения Европы в основном в Северную Америку.

В недрах промышленной революции зародился ее научно-технический этап. Условно его можно датировать периодом 1820—1960 гг. В это время в основном сформировались все существующие ныне науки, были сделаны наиболее заметные фундаментальные открытия и сформулированы основные законы развития природы и общества. Экологически начало этого этапа очень четко отграничено словами Ж. Б. Ламарка: «Можно, пожалуй, сказать, что предназначение человека как бы заключается в том, чтобы уничтожить свой род, предварительно сделав земной шар непригодным для обитания» (1820 г.). В то же время в уме Ламарка возникло общее представление о биосфере, более четко сформулированное Э. Зюссом в 1875 г. и окончательно оформленное в трудах В. И. Вернадского в начале XX века. Конец периода также имеет условную грань — выход книги Р. Карсон «Безмолвная весна» (1962 г.).

Следующий период следует рассматривать как окончание научно-технического этапа промышленной революции и наступление инженерно-технического ее этапа. В последние 30 лет констатируется явный застой теоретического мышления при бурном расцвете технической мысли. Крупнейшие обобщения были сделаны главным образом до последней мировой войны или сразу после нее. Выдающиеся философы, их школы остались в прошлом. Это характерно не только для совершенно обескровленной и лишенной серого вещества мозга нашей страны, но и для мира в целом. Символом веры (а не чрезвычайно полезным изобретением) стала ЭВМ. Появились даже технизированные градостроительные образования — технополисы. Создается впечатление, что при благополучном развитии человечества ему предстоит пройти своеобразное повторение Средних веков — длительной разработки идейного наследия классиков XIX — начала XX века.

Теоретическая мысль к нашим дням почти иссякла, снизилось уважение к ней, положительная общественная реакция. Возникла наукофобия. Напор техники для непросвещенных как-то вдруг наткнулся на экологические ограничения. Произошло это очень зримо в 60-е гг. И хотя синдром безоглядой технизации все еще очень силен, постепенно глаза открываются, а ум проясняется. Многие постулаты недавнего прошлого оказываются неверными, опасными и даже губительными. Вернее, опасным стало мышление «от сих до сих» в рамках чисто технической парадигмы. Это и обусловило экологический взрыв. Все и вся стало проверяться на оселке всеобщей экологии, или мегаэкологии, как идеологии и науки выживания человечества.

Идеологически, или как теперь чаще говорят, исходя из экологической морали, этики взаимоотношения человека и природы, ситуация достаточно ясна. Или человечество сумеет вписаться в параметры существующей биосферы, сохранит ее, либо погибнет вместе с нею. При этом биосфера как таковая может сохраниться, но в ином виде. Отсюда широко известные «экоцентристские» принципы: 1) сохранение биосферы (природы) — основа развития человеческого общества; 2) потеря видов и вообще генетического разнообразия — одна из важнейших угроз; 3) дальнейший рост населения и попытки увеличить благосостояние людей несовместимы друг с другом и 4) ориентация на немедленное получение благ без учета дальних последствий смертельно опасна¹.

¹ Яблоков А. В. Этические аспекты отношений между человеком и природой // Биол. в познании человека. М., 1969. С. 198—212.

Этот перечень следует дополнить пунктом о потенциальной губельности отсутствия механизма, ограничивающего эксплуатацию природных систем (см. главу 4 и приложение «Общие принципы экополитики»). Действенной саморегуляции в отношениях человека и природы не существует. Лишь деструкция или экономическая нерентабельность дальнейшей эксплуатации из-за истощения ресурсов служит ограничителем воздействий. Загонять лошадь природы невыгодно, но лишь с позиций долгосрочной перспективы. Сиюминутная выгода доминирует. Механизма же предохранения от таких действий человечество не выработало.

Другое дополнение касается сохранения экосистем и геосистем. В принципе в отличие от генетических ресурсов они условно восстанавливаемы, но без них нереально сохранить эти ресурсы. Можно сколь угодно решительно охранять виды, но если утеряна их среда обитания, они в конечном счете погибнут. А с их исчезновением станет невозможной и реанимация экосистем.

Смысл нынешней гуманитарно-экологической революции в том, чтобы предохранить себя от возвращающегося бумеранга антропогенной деструкции природы. До недавнего времени человечество не ограничивало своего напора на биосферу. Оно развивалось в основном экстенсивно, завоевало сушу, грозило и продолжает грозить освоением дна Мирового океана и космоса. Чем больше рабочих рук, тем лучше. Максимум, о чем проявлялась забота, — как бы прокормить растущее количество людей. Исходя из ресурсов планеты, задача прокормления человечества вполне решаема (по данным различных авторов можно прокормить от 15 до 60 млрд человек). Физиологические потребности человека пока еще можно удовлетворить. Но при всей значимости этой проблемы уровень ее решения чрезвычайно примитивен. Не хлебом единым жив человек. Комплекс его личных и общественных потребностей (см. главу 7) намного шире. Их удовлетворение при возросшем населении планеты уже абсолютно невозможно. Земной «пирог» для этого слишком мал. Многочисленные подсчеты и оценки показывают, что оптимальное для Земли человеческое население не превышает 1—1,5 млрд человек. Это ограничение рассчитано не по возможности элементарного прокормления, а из энергетических параметров, водопотребления, максимума промышленного развития, допустимого ресурсного цикла, в том числе рекреационного, сохранения экологического баланса на планете, с учетом возможности достижения теоретически вероятного максимума средней продолжительности жизни человека (89 ± 5 лет) и минимума заболеваемости людей.

Вовлечение новых ресурсов оказывается разрушительным и даже опасным. Фактически рухнула надежда и на космос. Его освоение требует значительных энергетических затрат, которые выходят за пределы земных возможностей. Это — непреодолимый рубеж. Как средство познания и ограниченный источник ресурсов космические аппараты будут развиваться. Но это не расширит физических границ нашей планеты.

Наступление на природу захлебнулось. Она преобразована в той ее части, что доступна при данном развитии производительных сил. Сохранилось не так уж много территорий, где нет следов деятельности человека и признаков его самого — строений, дорог и т. п. Явное присутствие людей не отмечено на площади 48 051 840 км² суши при общей ее площади около 149 млн км². При этом доля свободной от людей территории в Северной Америке 37,5 %, в СССР — 33,6, в Австралии и Океании — 27,8, в Африке — 27,5, в Южной Америке — 20,8, в Азии — 18,6, в Европе — 2,8 %, а Антарктида практически вся свободна от следов человека. Но это если не считать опосредованных воздействий через атмосферу и водный сток.

Влияние через эти каналы охватывает и Мировой океан, так как в его водах растворяется антропогенно освобожденный углекислый газ, вещества типа NO_x и SO_x , другие загрязнители, местами он покрыт нефтяной пленкой, загрязнен фенолами и так далее. Все это неблагоприятно воздействует на человека и его хозяйство. В этом смысл экологического кризиса. Уже не только природа, но и человек ощущает результаты своей деятельности. Последняя опасна не столько для биосферы (жизнь, если не будет катастрофы типа ядерной, сохранится), сколько для самих людей. Бумеранг, брошенный в сторону природы, возвращается.

Эпоха натиска на природу закончилась или, во всяком случае, кончается. Необходимо повернуться лицом к человеку и спасти Землю от собственного усердия не по разуму. Сменилась сама цель развития. Еще недавно казалось, что достаточно человека накормить и сделать богатым. Сейчас же выяснилось, что для того, чтобы жить долго и не болеть, этого мало. Нужна еще благоприятная среда жизни. Иначе даже расходы на медицину, возрастая экспоненциально, достигают парадоксальных величин. Обращение к человеку привело к новой форме антропоцентризма: экологическому антропоцентризму. Общество стало поворачиваться лицом к себе, к своему переустройству, а не к преобразованию природы.

Стена экологических запретов, достигшая глобального уровня (разрушение озонового экрана, закисление осадков, изменение климата и так далее), оказалась не единственным фактором общественного развития. Одновременно и параллельно изменилась экономическая структура. На первый план стала выходить наукоемкое производство. Для него нужны совсем другие люди, чем для традиционной промышленности. Доминирующим становится производство информации, технического знания, реализуемого затем в виде новейшей техники.

Труд как таковой в физической своей форме был доминирующим богатством в далеком прошлом, когда он начал давать прибавочный продукт. Этому этапу, условно говоря, соответствовало рабство. В наши дни оно абсолютно неэффективно, чего не мог понять Сталин и его окружение. Плоды такой «ошибки»¹ совершенно очевидны. Однако, к сожалению, не для всех. Многие руководители и даже простые труженики полагают, что «твердая рука» и «порядок» могут решить все проблемы. На самом деле они лишь в состоянии усугубить положение. К тому же рабству ведет карточно-распределительная система. Это путь в никуда. В области экологии рабский труд чреват разрушением среды жизни: раб не заинтересован ни в результатах труда, ни в его последствиях.

Земля, земельные угодья, как основа богатства исторически составила дополнение к труду. Условно это феодальный этап. Но с ростом капитала не земля стала определять успех общественного развития. Это азы политэкономии. Промышленная революция капитализировала природные ресурсы, включая в это понятие как естественные ценности планеты, так и человеческий труд. Она оказалась разрушительной силой, многократно возросшей с приходом фазы научно-технического, а затем и инженерно-технического развития. Психологически возникла доминанта неограниченного могущества человека, вседозволенности по отношению к природе.

Власть как форма управления исторически переходила от одного собственника главного богатства к другому. На научно-техническом и инженерно-техническом этапах промышленной революции в индустриальном обществе доминирующим лицом стал технократ. Он-то и оказался субъектом, ответственным за экологический кризис. И этот кризис обрел

¹ «Это хуже, чем преступление,— это ошибка» (Ш. М. Талейран).

бы черты катастрофы (что не исключено еще и до сих пор), если бы не перелом в экономике.

В постиндустриальном обществе наиболее эффективно наукоемкое производство. Оно не требует прироста числа рабочих рук, но нуждается в интенсификации умственного труда. Нужны не сильные мышцы, а умные головы. От экстенсивных форм развития человечество переходит к формам ультраинтенсивным. Научно-техническая революция достигла инженерно-технического апогея. Японские технополисы, блестящая организация работы управленцев — «белых воротничков», техническое решение многих проблем охраны среды жизни, расцвет технического гения — все говорит об этом. Но завтра человечества уже в другом. Оно в гуманизации общества, его внутренней «экологизации». Ведь сколько ни развивай наукоемкие производства, даже охвати этим процессом весь мир, люди окажутся в весьма затруднительном положении: компьютерами сыт, одет и обут не будешь. Хотя наукоемкое производство экологически менее опасно, чем другие формы промышленности, но цемент, металл и прочие продукты индустрии оно не «отменяет», хотя и экономит.

Наряду с углублением и расширением образования необходимо сокращение потребности в материалах, изымаемых из природы. Давление на нее нужно снизить. Ресурсосберегающие технологии, экономия энергии и материалов, миниатюризация изделий (разд. 6.4) — все это отодвигает кризисные явления, но не предотвращает их. Требуется радикальное изменение тенденций. Способы его давно известны. Они заключаются в особом внимании к «качеству человека» и качеству его жизни. Образно говоря, нужны генетически, физически и психически здоровые, высокоинтеллектуальные люди, живущие в абсолютно здоровой среде жизни — по физическим, социальным и экономическим ее показателям. Само по себе богатство тут ничего не решает, хотя и служит основой для достижения целей. Важно знать, куда его употребить.

Человек «высокого качества» в благоприятной среде жизни в состоянии регулировать свой популяционный рост без страха за себя и за потомство. Но для этого необходимо избавиться от ужаса войны, голода, социальных потрясений, болезней, нищеты, от всех исторически сложившихся пороков человечества. И это, как показывает опыт наиболее развитых стран, возможно при изменении общественных целей прогресса.

Научно-гуманистическая революция практически уже началась. Она в корне отличается от научно- и инженерно-технической, хотя и является их естественным продолжением. Основные ее черты определены экологическими и экономическими запретами. Они составляют неразрывное единство, в конечном итоге определяющее политику стран. Если что-то мешает, так это инерционность мышления и идеологический маразм, неумение думать. Конечно, идеальные схемы всегда утопичны, они реализуются постепенно и лишь в общих чертах. Однако некоторые штрихи постиндустриального научно-гуманистического общества, как кажется, достаточно очевидны. Однако прежде чем конструировать схему выхода из современного экологического кризиса, следует рассмотреть основные черты экологизации различных сторон человеческой деятельности, которые уже стали достаточно очевидными и зримыми.

6.2. ПРОБЛЕМЫ ЧАСТНОЙ ЭКОЛОГИЗАЦИИ

6.2.1. Господствующие концепции

Основные экологические проблемы ныне широко известны и не менее широко обсуждаются в научной, популярной и текущей газетно-журнальной печати. Они следующие:

— изменение климата (геофизики) Земли на основе усиления тепличного эффекта, выбросов метана и других низкоконцентрированных газов (малых газовых примесей), аэрозолей, легких радиоактивных газов, изменения концентрации озона в тропосфере и стратосфере;

— замусоривание и иное загрязнение ближайшего космического пространства;

— общее ослабление стратосферного озонового экрана, образование большой «озоновой дыры» над Антарктидой, малых «дыр» над другими регионами планеты;

— загрязнение атмосферы с образованием кислотных осадков, сильно ядовитых и пагубно действующих веществ в результате вторичных химических реакций, в том числе фотохимических (в этом одна из основных причин разрушения озонового слоя, на который воздействуют фреоны, водяные пары, вещества типа NO_x малые газовые примеси);

— загрязнение океана, захоронение в нем (дампинг) ядовитых и радиоактивных веществ, насыщение его вод углекислым газом из атмосферы, поступление в него антропогенных нефтепродуктов, других загрязняющих веществ, особенно тяжелых металлов и сложно-органических соединений, подкисление мелководий за счет загрязненной SO_x и NO_x атмосферы, разрыв нормальных экологических связей между океаном и водами суши в связи со строительством плотин на реках;

— истощение и загрязнение поверхностных вод суши, континентальных водоемов и водотоков, подземных вод; нарушение баланса между поверхностными и подземными водами;

— радиоактивное загрязнение локальных участков и некоторых регионов, в особенности в связи с текущей эксплуатацией атомных устройств, чернойбыльской аварией и испытаниями атомного оружия;

— изменение геохимии отдельных регионов планеты в результате, например, перемещения тяжелых металлов и концентрации их на поверхности Земли при нормальной дисперсности в литосфере;

— продолжающееся накопление на поверхности суши ядовитых и радиоактивных веществ, бытового мусора и промышленных отходов, в особенности практически неразложимых и очень стойких, типа полиэтиленовых изделий, других пластмасс и т. п.; возникновение вторичных химических реакций во всех средах с образованием токсичных веществ;

— нарушение глобального и регионального экологического равновесия, соотношения экологических компонентов, в том числе сдвиг экологического баланса между Океаном, его прибрежными водами и впадающими в него водотоками;

— опустынивание планеты в новых регионах, расширение уже существующих пустынь, углубление самого процесса опустынивания;

— сокращение площади тропических и северных лесов, ведущее к дисбалансу кислорода и усилению процесса исчезновения видов животных и растений¹;

¹ В 1984—1987 гг. было зарегистрировано примерно 87 100 видов протистов, или дробянок (протокариот), около 80 000 видов грибов, порядка 235 000 растений и 1 035 250 видов

— освобождение и образование в ходе вышеуказанного процесса новых экологических ниш и заполнение их нежелательными организмами — вредителями, паразитами, возбудителями новых заболеваний растений и животных, включая человека;

— абсолютное перенаселение Земли и относительное демографическое переуплотнение в отдельных ее регионах;

— ухудшение среды жизни в городах и сельской местности, увеличение шумового воздействия, стрессов присутствия, загрязнения воздуха промышленностью, транспортными средствами, зрительного подавления человека высокими зданиями, возникновения «грусти новых городов», дискомфорта обезличенного строительства, напряженного темпа городской жизни и потери социальных связей между людьми; возникновение «психологической усталости».

Большинство перечисленных проблем широко освещены в печати. Менее известны проблемы антропогенного освобождения экологических ниш и заполнения их вредными и опасными организмами, в том числе болезнетворными (вероятно, таков был механизм распространения вируса иммунодефицита человека — ВИЧ, вызывающего пока неизлечимое заболевание СПИД, и возбудителя лейкозов скота). Однако среди проблем экологии эта одна из самых острых и потенциально опасных. Именно возникновение новых летальных заболеваний наиболее вероятно в процессе вполне возможного самоизреживания популяций человека, достигших аномально больших размеров. В природе это естественный процесс, относящийся к экологическим факторам, зависящим от плотности населения популяции. Популяционные взрывы обычно сопровождаются возникновением вспышек заболеваний. В случае людей помимо контролируемых болезней (чума, желтая лихорадка и т. п.) закономерно должны возникать новые, ранее не проявлявшиеся или не существовавшие. Например, были уже вспышки «болезни легионеров», синегнойной инфекции в родильных домах и др.

Демографическая проблема относится к одной из самых тяжелых в связи с тем, что для ее решения требуется наиболее длительный период времени — не менее 3—4 поколений, т. е. около века. Инерция размножения ведет к увеличению числа особей даже после того, как прирост делается отрицательным.

Поскольку человечество стало глобально целостным физически, политически и экономически, но не социально, сохраняется угроза военных конфликтов. Увеличение численности населения в развивающихся странах и их промышленное развитие в совокупности вызывает вторую волну экологического кризиса. Она значительно выше и круче первой, поскольку накладывается на нее. Если экологический кризис в развитых странах был связан в основном с крупной промышленностью, то новая его фаза будет определяться множеством мелких предприятий. Промышленные гиганты можно сравнить со слонами, мелкие с саранчой. Одновременное нашествие саранчи и слонов, еще не ставших ручными в ходе постиндустриального развития, грозит окончательно разрушить биосферу планеты.

Концептуально биосфера рассматривается как единое, глобальное образование, общепланетная экосистема. Сейчас за рубежом модна гипотеза Геи — живой Земли. Поскольку она системна, для нее должен быть справедлив принцип Ле Шателье — Брауна (усиление противодей-

животных, в том числе 751 000 насекомых, 68 000 паукообразных, 50 000 моллюсков, 42 000 видов ракообразных и 49 933 вида позвоночных животных. Считается, что под угрозой исчезновения сейчас находится около 10 000 видов, в основном позвоночных животных и растений.

ствия оказываемому воздействию, см. разд. 3.2.3). В противном случае не происходит достаточно энергичного самовосстановления или даже процесс оказывается саморазрушающим. Именно это ведет к расширению и углублению опустынивания. Как показывают последние исследования, принцип Ле Шателье — Брауна в биосфере уже не соблюдается и началась ее самодеструкция. Если этот процесс не приостановить, умирание биосферы приведет к исчезновению человечества. При этом оно исчезнет значительно раньше полной деструкции биосферы. Человек как биологическое существо генетически приспособлен к определенным условиям жизни, тем, что были в период его первоначальной эволюции (разд. 3.5.1). При изменении условий генетическая адаптация быстро произойти не может. Возрастает вероятность внезапной, внешне как будто бы не спровоцированной смертности в результате глубокого дисбаланса в системе среда — генетика человека.

В общенаучном и философском плане считается, что сейчас складывается та ноосфера, которую предрекал В. И. Вернадский — период, когда доминирует разумная деятельность людей. Эту концепцию особенно охотно развивают наши философы. Едва ли она верна, или, во всяком случае, абсолютна, особенно в экологическом плане. Например, политические механизмы и каноны, международное право пока очень далеки от ноосферных. Кризис в Персидском заливе показал, что страны готовы забыть о глобальных угрозах, оставаясь в рамках примитивной международной политики и не возлагая всю полноту ответственности на лидеров стран-агрессоров. Сейчас даже региональные войны, отвлекая от решения экологических проблем, оказываются направленными против всего человечества, т. е. теряют локальный характер и приобретают мировое значение, подвергают опасности всех людей Земли, приближают ее к экологическому краху. Поэтому лидеры, ведущие свои страны к агрессии, изначально являются военными преступниками общемирового значения, резко затрудняющими спасение планеты и человечества от экологических угроз. С этой точки зрения руководители типа Саддама Хусейна опаснее Гитлера, не замахивавшегося на физическое благополучие всего человечества, включая народ своей страны. Вместо военных акций сейчас целесообразней объявление ООН агрессивных политических лидеров международными преступниками с назначением премии за их уничтожение. Вероятно, 1 млрд долларов за голову правителя и головы его приспешников значительно дешевле войны против страны-агрессора. К тому же негуманно жертвовать ни в чем не повинными людьми ради достижения политической стабильности.

Международный суд типа Нюрнбергского процесса (возможно, заочный), но не после, а до возможной войны или в ее начале, помог бы поставить на место политических деятелей — инициаторов агрессии. При этом персональная ответственность должна наступать для всего высшего руководства страны, поддерживающего агрессивного лидера. Подобные преступления перед человечеством достойны самого жесткого наказания даже в случае полной отмены смертной казни всеми странами мира. Требуется изменение всех международно-политических и правовых воззрений. Это необходимо в новых экологических условиях планеты.

Ноосфера может возникнуть лишь после решения проблем внутри человеческого общества. Пока же она остается лишь прекрасной мечтой (и отдушиной для наших «официальных» философов). Пути решения лежат в иной плоскости. К ним мы вернемся ниже. А пока еще два концептуальных замечания, связанных с понятиями экополитики и экоразвития.

Экоразвитие — форма социально-экономического развития общества, учитывающая экологические ограничения для данного исторического момента и направленная на сохранение естественных и антропогенных условий и ресурсов среды жизни. Экологическому ограничению подлежат не только загрязнения и другие нарушения среды (в том числе экологического равновесия), но и опасные (реальные и потенциальные) генетические, психологические и другие изменения самого человека. К условиям и ресурсам среды жизни относятся как природные запасы, так и культурный, научный и иной потенциал, накопленный людьми (включая материальные и трудовые ресурсы). Акцент делается на естественных благах развития общества, включающих природное окружение и социально-биологические свойства людей. Оптимальным экоразвитие может быть лишь в случае равенства давления на среду и восстановительных способностей природно-ресурсного потенциала территории. В этом случае экологическое равновесие не смещается в сторону прогрессирующего опустынивания.

Направляет вектор и напряженность экоразвития механизм экополитики. Ее обычно рассматривают на двух уровнях — международно-глобальном и государственном. На самом деле ее иерархия состоит как минимум из 4-х уровней. К уже названным следует добавить региональный и локальный уровни. Региональный охватывает континенты и субконтиненты, а локальный — экономические области, обычно очерченные какими-то физико-географическими границами. Так, экополитика Западной Европы и Европы в целом достаточно четко отличается от экополитики в Азии или на Индостанском субконтиненте. Она неодинакова на Дальнем Востоке и в Средней Азии, в районе Аральского моря и озера Иссык-Куль.

Международно-глобальная экополитика — проведение международно-правовых, политических и внешнеэкономических акций с учетом экологических ограничений в социально-экономическом развитии, запаса имеющихся в мире природных ресурсов и их распределения между регионами и странами. Конечная цель — сохранение глобального интегрального ресурса (разд. 3.14). В ходе такой экополитики устанавливаются экономические зоны океана, квоты на изъятие тех или иных природных запасов и изменение естественных условий на планете и в крупнейших ее экосистемах — Мировом океане, атмосфере Земли и т. д. Могут быть согласованы платы за загрязнение, введены запреты на сброс тех или иных веществ (например, промывных вод из танкеров).

Региональная экополитика близка по смыслу к международно-глобальной, но охватывает интересы стран одного континента или субконтинента, иногда объединенных одним морем (Балтика, Средиземноморье), рекой (Дунай, Рейн), или географической зоной (Север, Север Европы и т. п.). Обычно теснее всего контактируют страны, имеющие общие границы. Они устанавливают пограничные заповедники, национальные парки, оговаривают размер и характер трансграничного переноса загрязнений по воздуху и воде, устанавливают региональные квоты изъятия живых природных ресурсов, формы восстановления этих ресурсов и так далее.

Государственная экополитика — это социально-экономические управленческие решения и международные договоры, построенные на понимании выигрышей и недостатков, связанных с экологическим состоянием территорий, акваторий и воздушного пространства страны (с учетом перспективного развития хозяйства и изменения численности и потребностей населения), имеющихся в пределах страны природных ресурсов и характера естественных условий жизни. Механизмы регуляции могут быть экономическими и внеэкономическими, включая законодательные, регулирова-

ние налогами, штрафами, иными санкциями, или наоборот, скидками по налогу, поощрениями и т. д.

Локальная экополитика — аналог государственной, но только в границах малых физико-географических и (или) экономико-географических образований. В условно точечном масштабе города и другой небольшой территории и акватории речь идет уже не об экополитике, а о местном управлении природопользованием и планах развития.

Международно-глобальная экополитика пока находится в фазе разработки. Вероятно, она будет одним из основных вопросов на предстоящей в 1992 г. в Рио-де-Жанейро (Бразилия) Конференции ООН по окружающей (человека) среде и развитию. Эта конференция приурочена к 20-летию аналогичной Стокгольмской конференции ООН, в которой СССР не участвовал, хотя деятельно готовился. Отказ от участия был вызван неприглашением в Стокгольм ГДР. От нашей страны помощником М. Стронга был чл.-корр. АН СССР В. Н. Кунин. Я помогал ему в области экологической информации и науки. Нельзя сказать, что подготовка к 1992 г. ведется на достаточно серьезном и глубоком уровне, во всяком случае, в нашей стране.

Региональная экополитика пока не вышла за рамки межпарламентских дебатов на неофициальном уровне и встреч экспертов. Несколько большего достиг Североатлантический союз, но дело не идет дальше общих деклараций о возникших угрозах. Страны пока действуют в основном на своем государственном уровне. Стандарты на выбросы, качество вод, преследование экологических преступлений все время ужесточаются, особенно в Германии и в других странах вдоль Рейна. Особняком действует Япония. Нет пока четкой координации действий и между США и Канадой. В восточно-европейских странах экологическое положение рассматривается как критическое.

Государственная экополитика в нашей стране не разработана. Имелись громоздкие экологические программы, не основанные на адекватной информации об экологической ситуации в стране и ее регионах, не проработанные экономически и не базирующиеся на реальных инструментах решения экологических проблем. Нет соответствующего научного базиса и коллективов исследователей. ВНИЦэкология и Институт охраны природы потенциально не могут справиться со столь крупными задачами прежде всего из-за отсутствия там сложившихся школ и традиций широко-экологических исследований, выработанной методологии. Кроме того, реализация экополитики требует проектно-изыскательских работ. Необходима организация крупномасштабной экспедиции, а еще лучше системы таких экспедиций, подобно ранее существовавшим земельным органам (ГИПРОзема), но на новой научной основе.

Особенно необходимы такие проектные организации для Средней Азии и других районов экологического бедствия. Если для Приаралья не требуются особые научные разработки, и нужно лишь проектное обеспечение, то для зоны, охваченной чернобыльской трагедией, многое еще концептуально неясно. По последним данным, так или иначе пострадало до 27 административных областей Белоруссии, Украины и России. Потенциальная угроза нависла над населением численностью около 20 млн человек. Требуется передислокация и периодическое слежение за состоянием здоровья почти 2 млн человек. В районе катастрофы было около 1000 беременных женщин. Решились на роды 65 из них. Осталось в живых на 1989 г. всего 37 детей. Так называемая «радиофобия» резко снижает производительность труда даже у здоровых людей. В постоянном наблюдении нуждаются около 640 тыс. жителей, из них 200 тыс. детей. Масштабы

возникшей проблемы значительно больше, чем в Японии после ее атомной бомбардировки в 1945 г.

Для нашей страны актуальна как социально-экологическая политика, так и политика в области экологии человека. Эта актуальность определяется политической нестабильностью, национальными конфликтами и миграцией населения, в том числе искусственной, связанной с военной службой. Уже сейчас в РФ зарегистрировано порядка 600 тыс. беженцев, часть из которых «экологические беженцы» из неблагоприятных регионов. Волна русских и других беженцев из национальных окраин будет нарастать. Пока никакого разумного плана их размещения не существует. Ожидают закона о свободе выезда из страны около 2 млн уже подавших или выразивших желание подать заявления об эмиграции лиц. До 1995 г. прогнозируется возможность отъезда еще 6—7 млн человек, а к 2000 г. поток, по прогнозам, может достигнуть порядка 20 млн. Едва ли это реально, но отток наиболее активного населения вполне вероятен и уже происходит. На смену им придет население, не имеющее местных культурных традиций и практических навыков. Как показывает опыт Крыма после выселения оттуда татар, такие смены чреватны экологическими напряжениями. То же происходит и при возвращении населения: меняется не только социальная среда, но и тип природопользования, воздействия на природные системы. К тому же у людей нет климатической и иной природной адаптации к новым условиям. Повышается заболеваемость. Поскольку мигранты оказываются в заметно худших условиях, чем раньше, возрастает и смертность. Трудовой потенциал резко снижается.

То же постоянно происходит по причине крайне негибкой позиции военного руководства страны. Армия, отрывающая молодых людей от родного окружения, не учитывающая адаптационных способностей человека, превратилась в мясорубку. Военному руководству через Военно-промышленную комиссию неоднократно давали разъяснение о недопустимости такой социально-экологической политики. Эти разъяснения не встретили понимания. Уровень самоубийств, психических расстройств и общего ослабления здоровья молодых людей в армии чрезвычайно высок. Отвлечение молодежи на 1,5—2 и даже 3 года от интеллектуального развития приводит к снижению умственного потенциала всего общества. Образно говоря, мы теряем своих эдисонов и дарвинов, поскольку сбой в интеллектуальном созревании и перенос человека в чуждую социальную и природную среду часто равносильны гибели таланта.

6.2.2. Экологизация науки и знания

В главе 1 уже говорилось о том, что «экологами» стали все, следовательно, никто. Экологическая профанация расцветает буйным цветом. Разумный научный подход к развитию нередко подменяется безумными в своей основе технократическими идеями. Недавно все ограничивалось «проектами века» — переброской вод рек европейского Севера на юг, а рек Сибири — в Среднюю Азию. Дальше тотальной обводнительно-осушительной мелиорации фантазия не распространялась. Теперь в периодической печати (в научную подобный бред вторгается редко) предлагается «заделать» озоновую дыру над Антарктидой с помощью летающих озонаторов, искусственно осаждают влагу облаков над Аралом, соединить Каспийское море с Аральским каналом для пополнения вод последнего, выкачать сероводород Черного моря для топливного использования, получать «экологически чистую энергию» из «гравитационных полей»... И хотя авторы подобных проектов нуждаются прежде всего в добрых

психиатрах, находятся люди, с пониманием и одобрением встречающие идеи, не имеющие под собой никакой научной базы. Тяжело больное общество «на ура» встречает кашпировщину и прочее очумаковление, без разбора верит в экстрасенсов (и гипноз, и медитация, и бесконтактный массаж — все имеет практическое значение, но ограниченную сферу применения) и во что угодно. На этой почве расцветает экологическая псевдонаука (например, превозносится самоценность вполне научного математического моделирования без изначальных эмпирических данных, фактологической основы).

Как уже говорилось в главе 1, в Академии наук не понимают и не в состоянии пока поднять уровень экологии до растущих общественных нужд. Она остается уделом одиночек, в лучшем случае неформальных общественных групп, на свой страх и риск при некоторой поддержке заинтересованных лиц разрабатывающих в основном теоретические основы экологии, ее терминологию и понятийный аппарат.

В 1970-е гг. такая волна прокатилась по странам Запада. Были изданы экологические словари и энциклопедии окружающей (человека) среды, ряд монографий, часть из которых была переведена на русский язык. К 90-м гг. и отечественная литература пополнилась словарными экологическими изданиями и большим числом учебников по охране природы и окружающей человека среды¹. Это уже заметный сдвиг. Однако предметы экологического профиля еще находятся на заднем плане образования и просвещения.

Слабому развитию экологического цикла научного знания соответствует невысокий уровень экологического образования. В МГУ есть факультет повышения квалификации экологического профиля. В Казанском университете открыт экологический факультет, в Санкт-Петербургском университете географический факультет получил экологическую добавку к названию, более 20 кафедр экологии и природопользования появились во многих вузах страны, в том числе в Российском открытом университете, однако реальное экологическое образование не может развиваться без понимания главного: для кого и какой работы идет подготовка специалистов. Опыт анализа экологических разделов проектов, проходивших экспертизу в бывших Госплане, Госстрое и Госкомприроде СССР, показывает, что разработчики добросовестно выполняют отдельные элементы проекта, скажем, геохимические и радиологические съемки, но не в состоянии дать экологическую оценку воздействия будущих объектов на среду жизни. Они говорят на разных языках и не могут обобщить полученные материалы. Это свидетельствует о низком уровне их подготовки.

Очевидно, необходим обмен знаниями между профессорско-преподавательским составом, затем на этой базе подготовка более широкого круга вузовских преподавателей, как когда-то готовили к профессорскому званию, а затем учителей школ. После развертывания экологического просвещения станет реальным экологическое образование и его проникно-

¹ Вот короткий список некоторых отраслевых и общих учебников, вышедших в 1988—1990 гг.: Беккер А. А., Агаев Т. Б. Охрана и контроль загрязнения природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 286 с.; Сайдаминов С. С. Основы охраны окружающей среды при эксплуатации мобильного транспорта. Ташкент: «Укитувчи», 1989. 304 с.; Дегтярев В. В. Охрана окружающей среды. М.: «Транспорт», 1989. 208 с.; Вороицов А. И., Щетинский Е. А., Никодимов И. Д. Охрана природы. М.: ВО «Агропромиздат», 1989. 303 с.; Капниос П. И., Паиасенко Н. А. Охрана природы. Киев: Головное изд-во Издательского объединения «Вища школа», 1989. 255 с.; Кронитас Я. Охрана природы. Рига: «Авотс», 1989. 326 с. (формально это не учебное пособие, но по структуре близко к нему); Стадницкий Г. В., Родионова А. И. Экология. М.: «Высшая школа», 1988. 272 с.; Неверов А. В. Экономика природопользования. Минск: «Вышэйшая школа», 1990. 216 с.

вание во все стороны практической деятельности, включая промышленность, сельское хозяйство, транспорт и другие отрасли.

Поскольку, как показывает опыт, вузовская наука не способна пока формировать специалистов-экологов практической направленности (речь не идет об инженерах по очистному оборудованию и тому подобному: они у нас причислены к «экологам» по недоразумению), без организации целевых научных подразделений экологическое образование не получит надежной основы. Необходима организация экологического научного центра в Москве и его филиалов на Дальнем Востоке, в Сибири, Санкт-Петербурге, в некоторых крупных городах России (Казани, Ростове-на-Дону...), а также желательна в Киеве, Львове, Минске и др. В свое время было соответствующее постановление ЦК КПСС и Совмина СССР, имеется весьма чахлая проект создания такого научного центра в Северном Бутово (Москва, Садки Знаменские). Однако дело заглохло: вопрос об академическом статусе центра решен не был, деньги также не были выделены. Жилищное строительство наступает на участок земли, предназначенный для экологического центра и перспективы его создания не ясны. Столь же туманна и будущность развития экологической науки в стране.

На Западе теоретическая мысль в области экологии пока иссякла. Появилось множество научных центров в основном прикладного характера. Как и у нас, развитие экологии за рубежом встречают в штыки представители сложившихся наук, хотя постепенное понимание ценности сохранения среды жизни начинает преобладать над экономическими устремлениями. В ближайшее десятилетие следует ожидать нового взрыва экологизации научного знания.

Пока же из 132,4 млрд долларов, израсходованных на науку у США¹ в 1989 г. (все цифры на этот год), на исследования в области охраны живой природы страна тратила всего 50 млн долларов (примерно 0,03 % от расходов на науку)². Это в 100 раз меньше, чем расходы на молекулярную биологию и биомедицину. На природоохранную биологию расходы составили всего около 1 млн долларов.

Исходя из этих чисел, прогнозируемый «взрыв» в развитии экологии и экологизации всей науки займет не менее 10—15 лет. Столь долгий срок в данном случае очень опасен, ибо решения необходимо было иметь «вчера». Пока же в США, например, ведется строительство Центра возобновляемых природных ресурсов (в Вашингтоне). На площади в 14 га разместились природоохранные общественные организации, вычислительный и множительный центры и другие службы. Финансировал строительство банк Мэриленда и частные лица (2,2 млн долларов). У нас нет даже и таких робких попыток решения проблем.

6.2.3. Экологизация промышленности

Проникновение экологических новшеств в промышленность происходит по нескольким направлениям. Первое из них — это перемещение вредных начал в пространстве. Самый распространенный путь — очистка выбросов

¹ США по затратам на науку занимают 2-е после ФРГ место; (в процентах от ВВП) имеют 65—66 ученых на 10 тыс. населения при 56 в Японии, 49 в ФРГ, 33 в Великобритании, 32 во Франции. Те же данные для СССР: 43,6 млрд р., 6,6% от национального дохода, 17 человек со степенью и 51 ученых на 10 000 населения.

² В федеральном бюджете США на 1991 г. на науку и технику было ассигновано 66 млрд долларов (5,1% от общих расходов). Среди энвайронментальных проектов на программу «Глобальные изменения» выделено 853 млн долларов и 15 млрд на космический раздел этой программы. Крупные суммы ассигнуются из бюджетов штатов и частных фондов

и стоков от загрязнителей. Еще более откровенный характер носит складирование на полигонах и хранилищах, а также дамлинг («утопление» в морях) твердых или отвержденных вредных химических и радиоактивных отходов в специальных емкостях или «навалом». Происходит «экспорт» опасных веществ в слаборазвитые регионы мира, причем не только в виде строительства там высокоотходных предприятий, но и в форме натуральных загрязнителей.

Другая сфера экологизации промышленности — совершенствование технологий производства, в том числе улавливание выбросов, стоков и отходов не в форме загрязнителей, а в виде полезных материалов, вторичного сырья для промышленности. Сюда же относится переработка мусора в компост, получение биогаза, сжигание органических отходов различного происхождения с получением полезной энергии, весь цикл реутилизации вторичного сырья. Пока даже в Западной Европе сбор и переработка отходов дают всего около 1,5 % национального продукта стран ЕЭС, в то время как прирост количества одних лишь твердых бытовых отходов равен 3 % в год¹. При совершенствовании технологий стремятся не только к малоотходности, но и к малой ресурсоемкости производства, поскольку цена на природные и трудовые ресурсы все время растет. Смена технологий в одних случаях удорожает производство, в других — удешевляет, если не абсолютно, то относительно. Считается, что уровень инфляции от принятия экологических требований не превышает 1—1,5 % в год, хотя цена очистных сооружений и устройств достигает 5—10, иногда 40—45 % от капиталовложений в новые промышленные объекты.

Последняя сфера экологизации промышленности связана с изменением занятости. Экологическое производство увеличивает число рабочих мест, например, в США на сотни тысяч человек.

Во внешнеторговых операциях доля очистного оборудования все время растет. В Австрии она достигает 3%, в Чехо-Словацком импорте — 4—5 %. Эксперты считают, что производство очистного оборудования и «экологизированной» техники в ближайшее время займет лидирующее положение в промышленности развитых стран. Полагают, что например, в ФРГ в ближайшие годы в экологической промышленности будет занято около 1,5 млн человек. Сейчас в этой стране работают 11 000 предприятий охраны среды, в которых занято 440 тыс. человек. Положительное воздействие на занятость и развитие международной торговли наблюдается во Франции. К тому же стоимость одного рабочего места в природоохранном секторе меньше, чем в других секторах экономики. Вообще возникла ситуация, в которой капитал можно приобрести не за счет загрязнения или иного нарушения среды жизни, а на решении экологических проблем. Происходит экологическая конверсия. Например, в Агентстве по охране окружающей среды в США в 1990 г. было занято 16 тыс. человек (в 1985 г. — 14 тыс., в 1983 — 12 тыс.); общее число служащих федеральных организаций, занятых решением природоохранных проблем, около 40 тыс.; 27 тыс. человек занято охраной среды в отдельных штатах страны, примерно столько же в графствах и муниципалитетах, отдельные фирмы имеют большое количество рабочих («Уэйст менеджмент» — 31 тыс., «Браунинг-Феррис» — 18 тыс. человек и т. д.)².

¹ Сипцеров Л. М. Развитие ресурсного цикла вторичного сырья в Западной Европе // Региональные проблемы управления хозяйством (зарубежный опыт). — М., 1990. С. 221—239.

² Silverstein M. The joys environmental employment // In Bus. 1989. V. 11. № 3. P. 29—31.

Несмотря на рост затрат на охрану среды в промышленности¹ и на снижение выбросов отдельных компонентов на 20—50 %, общий их объем в мире еще (на 1990 г.) очень велик: CO_2 — 30,9 млрд т; CO — 112 млн т; серосодержащих газов — 88,5 млн т; окиси азота — 82,0 млн т; веществ, загрязняющих водоемы, — 13,7 млн т. Реутилизация отходов не превышает 20 % в Китае, в других странах чуть выше или ниже (разд. 6.6), и везде еще есть неиспользованные ресурсы.

Устанавливаются все более жесткие нормативы на выбросы. Например, в энергетике ФРГ на ТЭС с 1 июля 1988 г. были установлены сооружения по обессериванию отработанных газов (на станциях с суммарной энергетической мощностью около 36,7 млн кВт; инвестиции на эти цели оцениваются в 13 млрд марок) и улавливанию соединений азота (для 47 млн кВт ТЭС; затраты около 11 млрд марок). В результате этих мер к 1993 г. объем выбросов SO_2 сократился на 75 %, а NO_x — на 71 %. Конечный продукт обессеривания отходящих газов — «вторичный» гипс. В 1990 г. его выход составил 3,9 млн т. В Австрии за период 1982—1986 гг. нормативы выбросов изменились в 6 раз. Допустимая концентрация SO_2 для ТЭС снизилась с 1150 до 200 мг/м³. NO_x — со 100 до 20, пыли с 80 до 50 мг/м³.

В ФРГ и США поставлена задача по очистке отходящих газов ТЭС от SO_2 на теоретически достижимую величину 20—30 %. При этом на угольных ТЭС кпд снизится с 38 до 29—26 %. Очистка газов от SO_2 дает серу 99,9 %-й чистоты. Новые газовые котлы, выпускаемые в ФРГ, имеют среднегодовой кпд около 93 % и обеспечивают снижение выбросов от загрязняющих веществ на 63 % по сравнению со старыми образцами.

В рамках бывшего СССР на ТЭС приходилось примерно 25 % суммарных вредных выбросов промышленных предприятий страны (5,46 млн т золы, 8,23 млн т оксидов серы и 2,6 млн т оксидов азота). Для обеспечения заданных ПДК до 2005 г. необходимо соорудить 152 установки по очистке газов от SO_2 (4—5 млрд р.), 64 установки для очистки от NO_x , оснастить вновь вводимые ТЭС золоуловителями с кпд 99 %, реконструировать все действующие котельные и золоулавливающее оборудование.

Глобально поставлена задача снизить в энергетике выбросы всех видов, но особенно CO_2 достигшие 20 Гт в год (т. е. 4 т в год на каждого жителя Земли, а в ФРГ — 12 т на душу населения в год), на 20 % к 2005 г. и на 50 % к середине следующего века. Аналогичные энергетике задачи поставлены перед остальной промышленностью, бытовым сектором и транспортом (соотношение первых трех источников CO_2 в ФРГ — 35,2 %, 16,7 и 16,8 %, остальное транспорт).

В добывающей промышленности нашей страны проблемы охраны среды решаются либо традиционными методами (поливка дорог, купирование скважин и т. п.), либо только ставятся в общем виде. Например, несмотря на то, что в Донбассе ежегодно в атмосферу попадает около 2,5 млрд м³ природного газа (с преобладанием метана), а каждый горящий

¹ По данным из многих источников, эти расходы составляют: в ФРГ около 1,2 % ВВП (2,5 % валового общественного продукта); в Польше — 9,2 % всех капиталовложений в общественном секторе хозяйства или 1,8 % распределенного национального дохода; уровень природоохранных инвестиций в США в целом равен примерно 6 % капиталовложений, а в цветной металлургии достигает 18,9 %; в Великобритании доля природоохранных затрат в отдельных отраслях промышленности достигает 25 % общей суммы капиталовложений и до 1—5 % эксплуатационных расходов; по другим данным на начало 80-х гг. доля ВВП затрачиваемая на охрану среды, составляла в Австрии 1,2 %, Италии 0,8 %, Швеции 1,5, ФРГ 1,7, Швейцарии 2,0, США 2,1 и Японии 3,4 %; в 1982 г. расходы США на борьбу с загрязнением среды составили 436 млрд долларов или по 2 тыс. долларов на душу населения; те же расходы в Израиле находились на уровне 1,32—1,57 % ВВП.

террикон выделяет в год сотни тонн окислов углерода, серы и азота, содержание которых превышает ПДК даже на расстоянии 2 км, практически ничего не делается для улучшения ситуации. В западных странах горные разработки рекультивируют, существуют также строгие нормативы возврата земель, но тем не менее охрана среды в этих районах далека от идеала.

С ужесточением нормативов и постановкой новых задач растет число так называемых «экологических» преступлений. Самая подробная статистика имеется по ФРГ: 1973 г.—2 371 экологическое преступление, 1974—9 805, 1987—17 930. В США при Агентстве по охране окружающей среды (ЭПА) создана специальная группа криминалистов из 37 человек, расследующих случаи злостного загрязнения среды с применением авианаблюдений. Под особым надзором опасные отходы. За загрязнение без умысла применяют штрафы, с умыслом — уголовное наказание. К умыслу приравнено даже неверное, неквалифицированное обращение с опасными отходами (опасное незнание при возможности и обязательной необходимости знать), а не только нелегальный их вывоз. Не освобождаются от наказания и рядовые работники-исполнители, поскольку они сознают криминальность своих действий. Наиболее крупное прошедшее судебное дело — осуждение на 13 лет тюрьмы двух владельцев фирмы, пытавшихся продать в Зимбабве опасные отходы под видом химикатов.

В Западной Европе также усилена ответственность за загрязнение среды, в том числе за трансграничные переносы загрязнителей и даже случайные аварии при обращении с опасными отходами. Гражданские иски принимаются при доказательстве высокой причинной связи между загрязнением среды и понесенным ущербом. Виновник загрязнения через старые свалки может быть привлечен к ответственности за действия, совершенные за 30 лет до выявления вреда. Срок последующей исковой давности 3 года.

В последние годы социальные задачи охраны среды приобрели в высокоразвитых странах приоритет перед получением прибыли. На промышленность и другие области хозяйства оказывается давление со стороны общественности и государства. Это стимулирует поиск высокоэффективных и дешевых средств решения проблемы защиты среды, разработку новых технологий, переориентацию сельскохозяйственных и промышленных предприятий на малоотходные циклы.

6.2.4. Экологизация сельского хозяйства

Бедственное положение сельскохозяйственных земель было осознано еще в прошлом веке (а еще раньше в Римской империи в начале нашего тысячелетия — свидетельство тому труды Колумеллы). Для иллюстрации современного состояния приведем данные американцев Д. и С. Пиментелов¹, дополнив их другими источниками.

Исторически сложилась ситуация, когда лучшие земли (13 %) оказались в пределах городских агломераций — СМСА² (люди селились среди плодородных нив). На территории СМСА расположено 17 % ферм США и производится 60 % овощей, 43 % фруктов и орехов, 17 % сбора кукурузы. Городская застройка постепенно занимает эти территории (10 % от

¹ Pimentel D., Pimentel S. Ecological aspects of agricultural policy//Nat. Resour. J. 1980. V. 20. № 3. P. 555—585.

² СМСА — стандартный метрополитенский статистический ареал. Как единица статистического учета в США может быть отождествлен с крупной городской агломерацией.

площади графств). Сильно эродированные земли занимают более 70 % пашни. Ежегодно в США смывается 4 млрд т (по другим данным 3 млрд т) плодородной почвы (для уменьшения смыва необходимы затраты в 13 млрд долларов в год). За всю историю человечества было потеряно больше земель, чем ныне интенсивно обрабатывается. Общая потеря почв в мире около 90 млрд т в год (для сравнения снос реками, по разным источникам, от 12,7 до 51,1 млрд т, наиболее вероятная величина 22 млрд т, т. е. в 4 раза меньше, чем эрозия почв). Интенсивной эрозии подвержено в мире 900 млн га из 6 млрд га экстенсивно обрабатываемых земель пашен (1,4 млрд га), т. е. 15 %. За последние 30 лет мировой фонд обрабатываемых земель сократился на 150 млн га. Сейчас этот процесс идет в среднем со скоростью 7,5 млн га в год. Полагают, что к 2000 г. 32 % обрабатываемых почв будут полностью эродированы.

Массовое применение минеральных удобрений истощает биопотенциал почв — естественно восстанавливаемую составляющую их плодородия и заражает их тяжелыми металлами. С 1950 г. потребление минеральных удобрений возросло в 5 раз, однако лишь $\frac{1}{4}$ всего продовольствия, производимого в мире, зависит от их использования. (В ФРГ урожай возрос на 50%, количество минеральных удобрений — в 3,5 раза.) Чрезвычайно разрушительны тяжелые сельскохозяйственные механизмы. Они дают снижение потенциальной урожайности на 10—40% (кукурузы на 27—50; ячменя на 12—81%). Орошаемое земледелие приводит к засолению больших площадей земель (даже в Канаде, где орошение распространено спорадически, сильно засолены 7 % земель). Пагубно действуют пестициды. Их применение возросло с 40-х гг. не менее чем в 10 раз (в ФРГ в 14,5 раза), а потери урожая в США увеличились почти в 2 раза (вредители уничтожают до 40 % урожая страны). В мире используют до 4 млн т пестицидов, из которых лишь 1 % достигает цели. Косвенные потери от пестицидов измеряются в США в 1 млрд долларов; ежегодно в мире регистрируется 0,5 млн случаев отравлений пестицидами, в том числе в США — 45 тыс.

С 1950 г. в США цены на землю поднялись в 8 раз, 44 % пахотной земли заброшено (частично она принадлежит так называемым абсентеистам, выступающим против интенсивного сельского хозяйства). Темпы потерь земельного фонда таковы, что во Флориде к 2000 г. может не остаться пахотных земель, Вирджиния потеряет 24, Калифорния 16 % земель. В ФРГ темп потерь земли — 1 % за 4 года, во Франции и Великобритании — 2 % в 10 лет. В Центральной Европе площадь застроенных и покрытых дорогами земель достигла 11 %.

Казалось бы, на систему «биологического», или «экологического» (другой синоним «органическое»), земледелия должны переходить многие хозяйства. На самом деле это не так. В ФРГ число «экологических ферм» примерно 1400, или 0,2 % общего числа. Во Франции их доля около 1 %. Не выше процент таких ферм в США. При этом ведется очень энергичная кампания против них как в США, так и в Западной Европе. Продукция «биологического» сельского хозяйства дороже, но пользуется успехом у покупателей. Это вызывает недовольство массовых производителей, для которых переход на органическое земледелие — сложное и дорогое мероприятие. Они доказывают, что пестициды не вредны или не так вредны, как считается, что не опасны минеральные удобрения (в Европе норматив нитратов 50 мг/л воды при рекомендации ВОЗ не более 45 мг/л), а органические удобрения даже вредны (однако опыт, проведенный с 1907 по 1937 гг. в Индии показывает, что внесение 2,27 т/га навоза не ухудшает свойств почв). Загрязнение нитратами в Европе характерно для ФРГ,

Франции, Великобритании и Нидерландов. Само же «антиэкологическое» движение в сельском хозяйстве Западной Европы связано с тем, что требуется повышение затрат на решение проблем. Например, для «экологизации» свинофермы на 5 тыс. свиней требуются затраты в размере 90 тыс. долларов. Для очистки животноводческих комплексов в СССР по расчетам¹ требуется увеличить капитальные затраты на 5—7%. (Видимо, наиболее приемлемый путь — получение биогаза, используемого для энергоснабжения, в том числе получения электричества.)

Особое место занимает Австралия, где культивируется так называемое «биодинамическое» сельское хозяйство, замещающее минеральные удобрения и пестициды коллоидными растворами и компостами с высоким содержанием коллоида. Гумус вырабатывают с помощью специального приема — перегнивания коровьего навоза в коровьих же рогах. Хотя биодинамическое земледелие ведется в Австралии на площади в 400 тыс га, его секреты раскрыты не полностью. По сути, это более скорое «созревание» навоза и его применение для улучшения структуры и богатства почвы (образования в ней гумусного коллоида). Это позволяет избегать пестицидов и намного реже поливать посевы (в 4 раза, как утверждает «За рубежом», № 15 (1552) за 6—12 апреля 1990 г., статья «Биодинамические фермы в Австралии»). Продукты биодинамических ферм продают в специальных магазинах (в Мельбурне их 70) под торговой маркой «Деметер». Часть производимых продуктов (например, рис) экспортируется в Европу. Биодинамические фермы вполне рентабельны, однако их опыт не слишком широко распространен².

В сельском хозяйстве экологизация идет медленными темпами. Преобладает чисто экономический подход. Но если в Европе с ее загрязнением все же получают первоклассные сыры, то в бывшем СССР молоко отравлено и загрязнено микроорганизмами настолько, что сыры не вызревают и «взрываются» в ходе технологического процесса. Огромные просторы Приаралья превращены в зону экологического бедствия и даже экологической катастрофы. Деградация отечественного сельского хозяйства по экологическим причинам угрожает стране экономическим банкротством. Однако в ходе полного развала хозяйства страны трудно что-либо предпринять и рекомендовать, кроме попыток провести экологическое (земельное) планирование с выводом из сельского хозяйства явно неэффективных и экологически опасных участков посевов, улучшения районирования культур, севооборотов и т. п.

6.2.5. Экологизация лесного хозяйства и промыслов

Едва ли какая-то область человеческой деятельности так далека от экологических идеалов, как лесной и другие виды промыслов. Подорваны даже запасы криля в антарктических водах. В 1986 г. его добыча состав-

¹ Трус А. М. Экологические проблемы строительства животноводческих комплексов // Повышение эффективности строительства животноводческих и производственных зданий и сооружений. Тез. докл. 1-й Республ. науч.-практ. конф. Брест, 1981. С. 16—19.

² Группа ученых (Т. Ерофеева, Ю. Колтыпин, М. Сухов, Л. Эрнест и др.) из Всесоюзного института животноводства разработала способ переработки и «дозаривания» навоза за 6 дней с помощью личинок синантропных мух. Метод не внедрен в практику из-за довольно высокой цены технического оборудования (700—800 тыс. р.). Мелкотоварное хозяйство не организовано (см. газету «Комсомольская правда» от 6 июля 1991 г.). В мире широко применяется «дозаривание» навоза с помощью красного калифорнийского (дождевого) червя и птичьего помета с участием микробиологических процессов. Установка по переработке птичьего помета в гумус стоит 2,1 млн долларов.

ляла 440 тыс. т, т. е. увеличилась в 4,4 раза по сравнению с предыдущими годами. Прогнозы наших рыбохозяйственников очень оптимистичны. Они уверяют, что можно добывать 25—30, даже 60 млн т криля¹. Указывается, что усатые киты потребляли 50—150 млн т криля, а поэтому-де столько же теперь после уничтожения китов можно и ловить. Однако уже в 1985—1986 гг. стоял вопрос о конце антарктического рыболовства². Еще раньше в 1984 г. было объявлено о закрытии двух видов рыбного промысла в этой части Мирового океана. Антарктические рыбы стали исчезать.

Ошибка заключается в том, что киты поедали планктон круглогодично, а промысел охватывает лишь соответствующий сезон. К тому же киты удобряли океан в «нужных местах» и в «нужное время», промысел же забирает биомассу безвозвратно для океана. Добыча криля в 70-х гг. дошла до 500 тыс. т (93 % — СССР) и началось ее падение. Ко всему прочему оказалось, что по санитарно-гигиеническим нормам криль пригоден в пищу человека лишь в течение 3 часов после его добычи. Лишь 10 часов — срок хранения свежего криля как корма для животных. Можно его немедленно замораживать, но белки наполовину теряются при оттаивании. При этом в криле очень высока концентрация фтора, проникающего из панциря в мясо сразу же после смерти планктонных организмов. Пригоден такой криль лишь для извлечения хитина в химической промышленности. Рынок сбыта — не более 60 тыс. т в год. Таковы подсчеты специалистов, оценивающих общую мировую добычу всех ракообразных (креветок и др. организмов, составляющих криль) в 3,7 млн т в год³.

Мировая добыча рыбы и рыбопродуктов, видимо, дошла до потолка биологической продуктивности гидросферы — около 95 млн т (при теоретической потенциальной возможности в 100—150 млн т). Из пресноводных водоемов и водотоков извлекается до 10 млн т рыбы, раков и т. п. В части Северного моря Атлантики, в Баренцевом и Белом морях Северного Ледовитого океана перелов уже столь высок, что исчезли не только треска, но и мойва, которой питалась треска. Вероятно, в ближайшее десятилетие произойдет срыв во всем рыбном промысле мира.

Аральское озеро нацело потеряно как рыбопродуктивный водоем. В Азовском море вылов рыбы сократился в 12 раз, в Черном он практически прекратился. Не менее чем в 10 раз снизилась добыча рыбы в Волго-Каспии, исчезла рыба в реках Сибири и даже в Амуре.

Введение экономических зон океана и раздел морей (общая площадь этих зон 130 млн км², или 36 % акватории Мирового океана) мало что дали для регуляции рыбного промысла. Он по-прежнему ведется хищническими методами, далекими от экологических нормативов⁴.

Огромный поток литературы в защиту лесов — глас вопиющего в пустыне. Их площадь, особенно тропических и сибирской тайги катастрофически сокращается (тропических на 11—12 млн га в год, тайги на точно неизвестную площадь, видимо, на 2—3 млн га в год). Лучшие лесопромысловые технологии сохраняют лесопокрытую площадь (например,

¹ Любимова Т. Г. Некоторые данные о количестве криля в отдельных районах Южного океана // Рыбное хозяйство. 1980. № 11. С. 21—25.

² Kemp E. Antarctic fisheries collapse? // AMBIO. 1985. V. 14. № 1. P. 54—55.

³ Nicol Stephen. Who's counting of krill? // New Sci. 1989. № 16—19. P. 38—41.

⁴ Секрет эксплуатации до полного истребления очень прост: восстановление ресурсов слишком растянуто во времени, вылов на уничтожение приносит более высокую дисконтированную прибыль. Темпы повышения дисконтирования превышают скорость увеличения численности рыбы в косяке. Аналогичное положение сложилось и в лесной промышленности.

скандинавская технология), дают бóльший прирост древесины, но резко омолаживают лес и превращают его в парковые насаждения. Лес не достигает экологической зрелости, пустеет от многих видов биоты, деградирует как экосистема. Кислотные осадки в Европе и Северной Америке привели к массовой гибели леса в этих регионах (в ФРГ сильно повреждено до 19 % лесов, в Австрии 14—15 %, примерно столько же в Швейцарии, в ФРГ произошла полная гибель 1,6 % лесов).

Ради спасения тропических лесов Амазонии предлагается выкупить эти леса за счет государственного долга Бразилии, достигавшего 109 млрд долларов, и долга других развивающихся стран. Эти попытки пока не дали ощутимых результатов (разд. 6.6). Рост населения этих стран требует увеличения продовольственных ресурсов. Расчистка лесов под поля хотя и неэффективна в длительном интервале времени, но дает прирост продукции в его коротком интервале, а человечество живет в основном сегодняшним днем. Бразилия тут не исключение.

Ведется хищнический промысел всех так называемых недревесных полезностей леса. Очень резко подорваны запасы лекарственных и других полезных трав, местами (например, под Москвой) почти исчезли некоторые цветы (ландыши и др.) и такие растения, как молодило. До сих пор не осознается, что акклиматизация «полезных» видов антиэкологична. «Пустующих» экологических ниш в природе просто не существует (см. правило обязательного заполнения экологических ниш, разд. 3.8.2). Между тем, например, в США с 1640 по 1977 гг. проникло более 1300 видов насекомых (около 1,3 % их фауны), ежегодно появляется 11 видов пришельцев, из которых половина — вредители. Они вытесняют аборигенные виды. Растения-пришельцы составляют 10 % флоры Австралии, 11 % флоры Калифорнии, интродуцированные виды образуют 11—13 % флоры Польши. Около 90 % специально интродуцированных в США видов оказались вредными. Они вторгаются благодаря созданию человеком новых экологических ниш. Масштабы вреда огромны. Оценка роли одного из вредных видов насекомых — ежегодная потеря 13 млн т пшеницы и ячменя. Такова расплата за игнорирование экологического правила заполненности экологических ниш (пустующая экологическая ниша всегда бывает естественно заполнена).

6.2.6. Экологические проблемы транспорта

Снижение вредности транспорта делается одной из важнейших задач отрасли. Основные пути этого:

- разработка наиболее безопасного топлива или другого энергисточника;
- дожигание и очистка выхлопа;
- поиск новых двигателей (их усовершенствование) для имеющихся транспортных средств;
- создание новых транспортных средств;
- замена одних транспортных средств другими того же типа или других типов (обычного локомотива — скоростным, автобуса — троллейбусом и т. п.);
- пассивная и активная защита от шума.

Литература по этим вопросам необозрима, реальные же успехи довольно скромны, хотя иногда достаточно заметны.

В первом из упомянутых направлений мысль работает над заменой бензина сначала дизельным топливом, затем газом, спиртом, растительными маслами или водородом, наконец, электрическими и солнечными

батареями. Выхлоп дизельного мотора долго считали более безопасным, чем бензинового, но затем было обнаружено, что на частицах неизбежного дыма имеется канцерогенная пленка. Газ довольно широко используется, но он неудобен в эксплуатации, часты его утечки. Спиртовые двигатели менее опасны, чем бензиновые, но спирт относительно дорог. Дорого и растительное масло. Водород взрывоопасен. Идет поиск губчатых его носителей, предотвращающих детонацию. Электроаккумуляторы тяжелы и малоэнергоёмки, при облегчении и увеличении их емкости пока очень дороги. Солнечные батареи не выходят за рамки испытаний и создания легких транспортных средств рекламного типа.

Поиск продолжается очень интенсивно не только из экологических соображений, но, прежде всего, в надежде на перспективы развития. Когда-то лошадей «съел» овес: система «овес — лошадь» стала малоэффективной энергетически, по трудоемкости и цене корма, по скорости передвижения. Автомобили могут быть «съедены» нефтепродуктами. Последние временами очень дорожают и возникает угроза их дефицита. Неравномерность распределения в мире запасов нефти ведет к политической напряженности. Трансформация более обильного и дешевого угля в электроэнергию перспективна, но велики потери при передаче электротока, а очистка газов тепловых электростанций затруднена. Запасы гидроэнергии близки к исчерпанию прежде всего из-за разрыва плотинами экологической цепи река — море. ГЭС потенциально становятся одними из самых экологически опасных энергоисточников. Будущее атомных станций современного типа беспросветно — нет безопасных мест захоронения радиоактивных отходов.

Вообще все энергоисточники, добавляющие тепло в атмосферу Земли едва ли просуществуют долго: приближается глобальный тепловой, или термодинамический, кризис. В этих условиях транспорт, потребляющий львиную долю энергии (вместе с сельхозмашинами 25—30 %) должен быть энергоэкономным. Полагают, что нефти миру хватит на 33, газа на 61 и угля на 218 лет. Однако более жесткие ограничения налагаются не этим. Предполагают, что экстенсивный рост энергопотребления мог бы привести к производству к 2020 г. 40 ТВт энергии. Это означало бы гибель планеты. Реальное увеличение будет весьма незначительным: с 10 в 1980-е гг. до 11 ТВт в перспективе. Существующие транспортные средства должны снизить потребление топлива в 1,5—2 раза и использовать энергоносители, добавляющие относительно мало тепла в тропосферу Земли, и прежде всего солнечную энергию (прямо — через солнечные батареи и косвенно — от солнечных электростанций).

В дожигании и очистке выхлопа идет соревнование. Северная Америка пытается догнать Японию, Южная Америка и Западная Европа — Северную Америку, Восточная Европа — Западную, остальные регионы никого не догоняют... Однако смог еще достаточно обычен и в Японии, хотя он менее густ тут, чем, скажем, местами в Австрии, не говоря уж об Испании. В странах, где применяется этилированный бензин (в том числе на территории бывшего СССР) дожигание и очистка выхлопа неэффективны. Нормативы очистки транспортных выбросов все время ужесточаются. В США имеющиеся технологии сокращают объем выбросов автомобилей на 96 %. В Калифорнии норматив очистки поднят до 98,4 %, а по некоторым перспективным федеральным законопроектам уровень очистки выхлопа должен возрасти до 98,7 %. Дальше очистка делается экономически абсолютно нерентабельной — требует неоправданных затрат в рамках имеющихся и перспективных технологий.

Для улучшения ситуации с ходом технического прогресса убыстряется

смена марок автомобилей. В Японии, например, выгоднее продать старый автомобиль с более высоким выбросом за рубеж, где ниже экологические требования, чем продолжать его эксплуатацию после истечения гарантийного срока (техобслуживание очень дорого). Смена марок происходит с пятилетним интервалом. То же характерно для Финляндии. Автомобили старых марок (с немодифицированными моторами) там редкость.

Принципиально новые двигатели в транспортных средствах не вышли за рамки испытаний, если не считать внедрения реактивных и турбовинтовых систем в авиации. Преимущество остается за модернизацией, увеличением кпд, снижением шумности (особенно для самолетов и вертолетов).

Замена одних транспортных средств другими обычна в городском хозяйстве и на железнодорожном транспорте. В основном все же доминируют автомобиль и метро. Первый очень мобилен и доставляет людей и грузы к месту назначения, второе спрятано под землю, в полутрубу или поднято на эстакады, т. е. так или иначе изолировано от мира и потому относительно автономно, менее подвержено превратностям уличных пробок, погоды и пр. Это направление, видимо, сохранится, хотя местами троллейбус и трамвай могут облегчить положение¹. Есть попытки создать автобусную систему с маршрутом по вызову. Это снизит число индивидуальных автомобилей и облегчит передвижение пенсионеров.

В ряде случаев троллейбус не улучшает, а, наоборот, ухудшает экологическую ситуацию. Это происходит на узких улицах, где громоздкие машины снижают скорость движения автомобилей, вызывают перегазовки, частые остановки с работой двигателей на холостом ходу и т. п.

Очень напряжена конкуренция между авиацией и скоростным железнодорожным транспортом (рекорд скорости поезда во Франции — более 500 км/час). К 2000 г. предполагается соединить Париж, Берлин и Варшаву скоростными железными дорогами для пассажирских поездов. Существует проект такой же дороги между Москвой и Санкт-Петербургом, Варшавой и Москвой («Запад — Восток»), Москвой и южными курортами (в перспективе). В Японии скоростные железные дороги соединяют части агломерации Токио — Иокогама.

Особое место занимает борьба с шумом на всех видах транспорта. Авиатранспорт делается все менее шумным и, согласно нормативам, многие виды самолетов не допускаются в воздушное пространство принявших эти параметры стран. Успехи тут с учетом увеличения числа машин едва ли можно считать выдающимися. Авиатранспорт по-прежнему очень шумен и наносит заметный урон среде жизни: увеличивается число смертоубийств, психопатологических заболеваний, случаев язвы желудка и других расстройств у людей, живущих вблизи аэродромов. Снижение шума на железнодорожном транспорте обеспечивается в основном созданием противозумовых экранов, местами тоннелей, улучшением аэродинамических свойств локомотивов и составов. Наибольших успехов достигли японцы, устранившие большинство явлений, вызывавших жалобы жителей. Аэродинамика современных автомобилей и шумоподавление в их двигателях настолько совершенны, что основным источником шума делается шум качения колес по дорожным одеждам. Для его уменьшения

¹ Необходимо заметить, что использование электротранспорта резко повышает расход энергии и общую загрязненность среды. Это связано с удлинением цикла от получения энергоисточника до использования энергии с неизбежными потерями на каждом этапе такого цикла (например, потери при передаче электроэнергии по проводам, в контактах и т. п.). Местный относительный выигрыш в чистоте среды города может оборачиваться абсолютным проигрышем для окружающих город территорий.

стараются заменить бетонное покрытие ровным асфальтовым. На десятках километров сооружают высокие противозумные экраны. Принудительно снижают скорость автомобилей в населенных местах. Делается это двумя основными методами — установкой знаков «стоп» на каждом перекрестке и сооружением поперечных валков, возвышающихся через строго рассчитанные промежутки. Однако эти меры могут увеличивать загрязнение воздуха выхлопами автомобилей. Шум все еще остается важной проблемой вдоль скоростных дорог и в населенных местах.

Из десятков типов противозумных экранов (насыпей, зеленых насаждений, бетонных, деревянных и прочих) преимущества имеют экраны из шумопоглощающих материалов и шумозащитные здания технического назначения, а в странах с вечнозеленой растительностью — ее полосы не уже 50 м. В населенных местах весьма перспективны методы управления потоками транспорта, скоростью его движения и планировка самих поселений.

6.2.7. Экологизация городского (муниципального) хозяйства

Городской образ жизни в развитых странах характерен не только для городов, но и для сельской местности. Экологические проблемы в населенных местах чрезвычайно разнообразны, и их можно объединить в две группы — архитектурно-планировочную и собственно муниципального хозяйства. С 1980 г. в ВИНТИ ГКНТ и АН СССР выходит реферативный журнал «Охрана и улучшение городской среды». За 10 лет он опубликовал более 40 000 рефератов статей, посвященных рассматриваемой проблеме. В этот период я был его редактором. Обращу внимание на некоторые вопросы.

Архитектура и городская планировка крайне консервативны. Экологизации они поддаются с чрезвычайно большим трудом. Вопреки желанию более 80 % людей, города строят из многоэтажных жилых зданий почти без учета климатических факторов, шумовой нагрузки улиц, вообще особенностей среды жизни и психологии человека. Так называемая свободная застройка, как было выяснено еще в 50-е гг. приводит к заболеваниям, названным англичанами «грустью новых городов». К тому же смертность среди детей, матери которых прожили в городе менее 3 лет, наивысшая. В ряде стран разработаны проекты «городов-садов» и «экополисов» с соотношением полезной площади многоэтажной и усадебной застройки 3:7 (многоэтажные гостиницы, офисы и часть жилых домов, главным образом типа общежитий для молодежи и престарелых) и сохранением не менее 50 % площади, не покрытой домами и дорогами. Гаражи для автомобилей в домах или многоэтажные. Часть улиц не имеет сквозного проезда, что снижает шум. Здания защищены шумовыми экранами и отнесены в глубь квартала, но сгруппированы в психологически приемлемые комплексы. При отсутствии достаточно развитой автомобилизации объекты сферы услуг («лавочка за углом») находятся в зоне оптимальной пешеходной доступности. При высокой автомобилизации они вынесены главным образом за город в торговые агломерации. В населенном месте оставлено лишь самое необходимое.

В последние годы большое внимание уделяется внутриквартирной среде, чистоте воздуха, размерности комнат, квартир. Выяснено, что кухни, особенно с газовым отоплением, сильно загрязнены. Употребление асбеста в домостроении признано недопустимым. Выявлена повышенная концентрация радона на первых этажах и в домах из легких бетонов.

Рекомендована лучшая вентиляция таких помещений — поток воздуха со скоростью 0,1 м/сек. Большая часть жилого фонда проверена на радиоактивность (в СССР такая работа только была начата), загрязнение формальдегидом, веществами SO_x и NO_x , CO.

Для ориентировки приведем радиевый эквивалент для основных строительных материалов (пКи/г), полученный при исследовании образцов из разных регионов страны¹: строительный камень 0,9—15,9; бетон 0,5—10,1; глина 1,4—6,7; кирпич глиняный (красный) 2,2—7,0; отходы промышленности и изделия на их основе 0,9—11,6 (по данным, полученным в Польше, шлак, пепел и фосфогипс — до 60 пКи/г); цемент 0,8—4,3; щебень известняковый 0,1—3,2, известь 0,1—2,6; песок 0,2—5,6; кирпич силикатный 0,3—2,8. Это данные по концентрации ^{40}K , ^{226}Ra , и ^{232}Th . Исследовано более 2500 образцов строительных материалов.

В качестве примера, вероятно, близкого к среднему, приведем структуру жилых помещений в Польше. На одну квартиру там приходится в среднем 3,45 помещения (3,46 в городах, 3,44 — в сельской местности). Средняя площадь одного помещения 16,4 м² (в деревне на 3,0 м² больше, чем в городе). Средняя площадь квартиры 56,7 м² (в сельской местности на 10,1 м² больше, чем в городе). Среднее число жильцов на 1 помещение 1,07 (1,00 в городе и 1,15 в сельской местности). Средняя площадь на 1 жителя 15,2 м² (14,9 м² в городе и 15,6 м² в деревне). Квартиры как правило на 1 семью: число домашних хозяйств на 100 квартир 105 (107 в городе и 103 в сельской местности). В США показатели намного выше (среднее жилье более 100 м²), в Японии — ниже (средний размер жилья около 40 м²).

С размером жилья и его благоустройством связан так называемый жилищный стресс: физиологическая реакция организма, связанная с разницей между качеством жилища, доступного семье, исходя из ее доходов, социального статуса, предложения жилья и другими ограничениями с одной стороны, и качеством имеющегося в настоящее время у семьи жилища с другой. Иными словами, это стресс, связанный с возможностью реализации потребности в жилье и фактической ее реализацией. В развитых странах этот стресс снимается частыми переездами (в США 1/5 населения в год) с улучшением жилья, городского района или населенного места. При этом имеется тенденция к переселению из крупных городов в пригороды и из промышленных городов в университетские, вообще малые. В связи с существующими на территории бывшего СССР социально-экономическими и административными ограничениями жилищный стресс у нашего населения очень силен, и никто не пытается его уменьшить.

Один из образцов города-сада — Милтон-Кейнс на полпути между Лондоном и Бирмингемом — выглядит следующим образом. Число жителей — 150 тыс. Распределение городских площадей: 53 % — жилая застройка (явно излишне густая), 13 % — зеленые насаждения и места отдыха; 11,3 % — транспортные пути, 9 % — промышленные и другие предприятия, 3 % — деловой и торговый центр, 4 % — школы и колледжи и 6,7 % — в резерве. В городе 500 промышленных предприятий (электроника, производство ЭВМ, машиностроение, фармацевтика, производство пластмасс, полиграфия, пищевкусовая и др. промышленность). Торговый центр из 140 магазинов под одной крышей — 125 000 м², 5 районных торговых центров и 57 субцентров с товарами повседневного спроса. На микрорайон с 2—5 тыс. жителей детские сады, школы разных уровней. В городе

¹ Пархоменко В. И. Радиоактивность различных строительных материалов, используемых в СССР // Радиационная гигиена. Ленинград, 1980. № 9. С. 22—24.

4 колледжа, университет. Средняя плотность застройки — 20 жилых единиц на 1 га (т. е. 5 соток на домостроение; считается желательным иметь 4 сотки городской площади на человека; в Милтон-Кейнсе площадь города 8,88 тыс. га, следовательно, по 5,2 сотки на 1 человека).

Любопытно сравнение с Москвой. Внутри Садового кольца проживает около 300 тыс. человек, плотность населения тут 16 тыс. чел. на 1 км² или 160 чел. на 1 га (0,6 сотки на 1 человека). В зоне между Садовым кольцом и Окружной железной дорогой проживает порядка 2,1 млн человек (12,5 тыс. чел. на 1 км², 125 чел/га, 0,8 сотки на 1 человека). Между Окружной железной дорогой и Московской кольцевой автомобильной дорогой живет около 5,5—6,2 млн человек (8—9 тыс. чел. на 1 км², 80—90 чел/га, около 1,1—1,2 сотки на 1 человека). В Токио плотность населения 14 тыс. человек на 1 км², в г. Осака — 12 тыс., в трущобах Дакки (Бангладеш) 5 тыс., в Париже местами до 25 тыс., в метрополитенском ареале Неаполя 2030 с максимумом в Портичи — 20 тыс. чел/км². Плотность населения Москвы сопоставима с его плотностью в Токио и Осака и в 3—4 раза выше рекомендуемой.

В гражданском строительстве особое внимание обращают на энергетические параметры теплотрасс, зданий, особенно их несущих стен и окон. В некоторых случаях применяют специальное и тройное остекление. В последние годы делается попытка использовать солнечный подогрев и кондиционирование воздуха. Используют термальные воды (в особенности в Исландии и Франции), в самое последнее время — тепловые насосы (даже в Скандинавии с ее сравнительно суровым климатом). У нас в Москве бесполезно теряется около 60 % энергии, идущей на коммунальный сектор.

Многое за рубежом делается для сохранения привлекательного вида строений. Современные отделочные материалы практически «вечны». К тому же существует проверенная политика, стимулирующая или даже принуждающая хозяев заботиться о внешнем виде зданий, их благоустройстве, энергетической оптимизации. Газоны вокруг домов содержатся в образцовом порядке. Даже несвоевременное их кошение облагается штрафом.

Чистота улиц в большинстве городов поддерживается путем механизированной уборки, отдельного сбора мусора (как правило, бумаги, стекла и металла) и, местами, чрезвычайно строгими правилами поведения (штрафы очень высоки и неминуемы). В сверхкрупных городах тем не менее чистоту поддержать удается не всегда (Нью-Йорк, Токио и др.). Проблема мусороудаления очень сложна, ее решение дорого и пока, как правило, убыточно для муниципалитетов. Очень остра ситуация с утилизацией мусора и его захоронением. Полигоны для свалок стали дефицитом. Сжигание мусора дает вредные выбросы в атмосферу. Переработанный в компост, он, как правило, содержит вредные вещества и непригоден для использования в сельском хозяйстве. Для лесного хозяйства и городского озеленения этот компост дорог. В последнее время делается ставка на плазменное сжигание мусора, но этот процесс очень энергоемкий и пока низкорентабелен.

Весьма сложны проблемы водоснабжения и переработки сточных вод. Как правило, работают две системы водоснабжения — питьевая и промышленная, есть тенденция создания отдельной системы обработки сточных вод — муниципальных и промышленных. Иногда выделяют еще обработку сточных вод лечебных учреждений. Для очистки вод создают сложные автоматизированные системы, но нельзя сказать, чтобы вопрос

был окончательно решен. Даже новейшие системы очистки далеки от совершенства.

Питьевое водоснабжение затрудняется тем, что используемые воды, даже подземные, загрязнены тяжелыми металлами, нитратами, пестицидами, органикой. Предпочтение отдается природно чистой воде. Создаются крупные предприятия по очистке вод, иногда их взаимосвязанные системы. Вода подвергается многократной очистке и обработке, постепенно от хлорирования переходят к озонированию и другим новым способам обезвреживания, однако муниципальная водоподготовка еще далека от совершенства. Нередко ее заменяют продажей чистой питьевой воды в бутылках.

Столь же далека от решения проблема городского транспорта. О ней уже говорилось в предыдущем разделе. Для городов важны проблемы часов пик, уличных пробок, транспортного загрязнения, в том числе шумового и светового. Общественный транспорт везде дорог и часто убыточен. Попытки сделать его бесплатным для привлекательности и отказа от личных автомобилей внутри города привели к взрыву вандализма: бесплатное — «ничье».

В странах с теплым климатом перспективен велосипед. Например, в Японии и особенно в Китае он берет на себя заметную долю перевозок (В Китае всюду есть специальные дорожки или полосы для велосипедного движения, в Японии используют для этого тротуары). В Германии велосипедные дорожки составляют 10 % от общего количества автодорог. Однако в крупных городах с населением свыше 300 тыс. человек велосипедные поездки не превышают 5 % от общего числа ежедневных перемещений всеми видами транспорта, в более мелких городах — 10 %. С учетом нашей зимы велосипед может взять на себя не более 2 % работы индивидуального транспорта.

Световое загрязнение наносит ущерб природной среде, особенно вредит миру птиц. Вообще биологическое состояние городов плачевно. Они переполнены крысами, тараканами, комарами, местами голубями (переносят орнитоз, загаживают стены, памятники и т. п.), воронами, бродячими собаками и кошками. Пока удастся избегать массовых заболеваний человека, но благополучие едва ли устойчиво.

Во многих городах мира в бедственном положении находятся объекты озеленения — сады, парки, скверы. У нас в стране катастрофично состояние зеленых зон. Например, в Москве зеленая зона даже ближайшего Подмосковья энергично застраивается многоэтажными домами. Вполне может возникнуть феномен Мехико — города с ужасными экологическими условиями. Сейчас стандартный показатель соотношения площади города с территорией окружающих город лесов и парков следующий (в скобках численность населения города): Нью-Йорк (7,1) — 1:15; Лондон (7,3) — 1:3,6; Санкт-Петербург (4,3) — 1:2,3; Москва (9,0) — 1:1,6. Совершенно очевидно, что в зеленой зоне Москвы (как и других городов) можно строить только дома усадебного типа. Если учесть, что большинство подмосковных полей и огородов дает продукцию, недопустимо зараженную ядами и, объективно говоря, непригодную для употребления, целесообразно после исследования вопроса перевести большую часть неблагополучных пригородных сельхозземель в земли населенных мест и построить домами усадебного типа с облесением, но без огородных приусадебных участков (как в США). При должной планировке это бы решило проблему жилья без возведения многоэтажных зданий. Можно было бы привлечь силы и средства многих людей, желающих жить не в «квартирниках», а в домах. К тому же произошла бы и социальная реабилитация населе-

ния — в поселках сельского типа намного ниже преступность и другие социальные отклонения.

Здоровье горожан в развитых странах, как правило, слабее, чем сельских жителей, вероятная продолжительность жизни ниже. В бывшем СССР, как и в других слаборазвитых странах, наоборот, заболеваемость в городах несколько ниже, а продолжительность жизни в среднем выше. Связано это с крайней антисанитарией в сельских районах, плохим медицинским обслуживанием, алкоголизмом, отравлением пестицидами и отрицательным отбором в сельской среде — значительная часть здоровых селян была уничтожена во времена репрессий или ушла в города.

В некоторых странах (Япония, США) делают специальные усилия для оздоровления городского населения, особенно детского. Забота распространяется (как в Японии) даже на пренатальный (до рождения) период — беременных женщин нередко забирают в лечебные учреждения на 7-м месяце беременности. Эти усилия привели к очень высокой вероятной продолжительности жизни (80 и более лет) и минимальной детской смертности (5 на 1000 родившихся). Бывший СССР в этом отношении к концу 80-х гг. стоял на 57 месте среди 64 наиболее развитых стран мира (22,7 умерших детей до 1 года на 1000 родившихся).

В развитых странах очень высока адаптация людей и населенных мест к стихийным бедствиям. Антисейсмичные здания, хорошая организация гражданской обороны, продуманные нормативы, которые все время ужесточаются и пунктуально соблюдаются. Всего этого, как показывает практика, нет в нашей стране. Более того, в Армении «было дано указание» не показывать на картах сейсмичность выше 7 баллов по 12-балльной шкале Медведева при реальной опасности 10-балльных землетрясений. Гражданская оборона у нас — часто синекура для отставников, обычно ничего не смыслящих в этом деле, нередко просто малограмотных.

В целом во всем мире делают значительные усилия по экологизации городского хозяйства. Вредные предприятия, как правило, оснащают очистными установками, морально устаревшие выводят за пределы городов или от них «уходят» населенные места. Многие вопросы еще очень далеки от решения, но попытки их решить множатся. К сожалению, в нашей стране они очень слабы, нескоординированы, планировщики и градостроители безграмотны в области экологии и некому их научить. В архитектурных вузах экология практически как предмет отсутствует. В результате в Европе наши жилые здания самые высокие, имеют наиболее капитальную, но расточительную конструкцию, а квартиры — наименьшие по площади и к тому же наименее удобные.

6.2.8. Социально-экологические мероприятия

Общая экологизация общественной жизни пока в основном весьма поверхностна и не затрагивает глубоких основ социально-экономического функционирования и развития человечества. Она лишь начинает осознавать экологические ограничения глобального, регионального, национального, локального и точечного уровней. Общемировая экополитика пока не выработана. Даже ясные угрозы типа разрежения озонового экрана планеты, изменения климата в результате выброса некоторых газов в атмосферу (СО₂, метана и др.), опустынивания, появления группы новейших заболеваний (СПИД — ВИЧ, синдрома психологической усталости, болезни легионеров, лейкоза скота и др.) не ведут к быстрому реагированию общественных механизмов. Доминирует технократическая мысль и узкий практицизм.

Однако уже появились и примеры экологизации поведения. Тому пример резкое сокращение выбросов фреонов, в том числе согласно Монреальскому соглашению (протокол от 16 сентября 1987 г.), и определенное изменение стереотипа поведения в связи с угрозой СПИДа. И все же реакция общества слаба и мало захватывает экономические интересы. Практически давно известны способы замены фреонов, а «сексуальная революция» переместилась в менее развитые регионы мира.

Корень зла заключается в том, что человечество не имеет механизма эффективной и быстрой обратной связи с природой. Для того чтобы произошла экологизация, требуется возникновение чрезвычайных обстоятельств или ясная перспектива их возникновения. Сиюминутная выгода пока еще расценивается выше долговременного благополучия, а решение видится в технологических мероприятиях: озоновую дыру — «залатать», пустыни превратить в цветущие сады и т. п. Очень медленно приходит осознание того, что запустив механизм природного самораспада, невероятно трудно его остановить. Напрашивается аналогия с локомотивом, стоящим на горе. Сдвинуть его трудно, но когда он уже покатился вниз, пойдя его останови! Если бы были под колесами колодки, его бы не сдвинуть, но подкладывать их под мчащийся локомотив — бессмысленно: либо они отлетят в сторону, либо локомотив сойдет с рельсов, а то и перевернется. Единственный путь — не дать локомотиву тронуться, превентивное предохранение от экологических цепных реакций.

Принцип «думать глобально, действовать локально» в экологической области очень далек от исполнения. Пока осуществляется, главным образом, тезис «думать локально, действовать в месте проживания (точечно)». И тут есть уже позитивные сдвиги. Их величина зависит в основном от общей культуры людей и совершенства механизмов управления. С середины 1950-х гг., и особенно с середины следующего за ними десятилетия чистота вокруг дома и его опрятность, эстетичность стала неременным требованием в развитых странах. Были выделены средства, отлажены механизмы налогообложения и штрафов, а также премиальные системы. Параллельно ужесточились законодательные нормы. В условиях достаточно высокого уровня жизни все эти механизмы начали действовать, охватывая населенные места, регионы, постепенно целые страны.

Параллельно проводилась средоохранная и природоохранная политика в области поддержания экологического баланса на широких территориях и акваториях. Крепло общественное движение «зеленых» и экологистов. Углублялось осознание того, что противоречие между экономикой и экологией — временное явление и в конечном итоге все, что экологично, то и экономично (разд. 3. 15), особенно в длительном интервале времени. Как правило, инновации встречали единодушное сопротивление — «это невозможно». Однако инженерные решения и общественная гибкость значительно шире, чем возможности управления естественными природными процессами. Это начинает осознаваться. В результате невозможное делается реальностью, а казавшееся ранее простым оценивается как заблуждение. Процесс этот медленный и противоречивый, но идет непрерывно.

Прежде всего крепнет традиционная культура, бывшая под угрозой вытеснения западным модернизмом. Выяснилась ее экологическая рациональность. Например, японец, живущий в США согласно национальным традициям, живет достоверно дольше и меньше болеет, чем японец, перенявший американский образ жизни.

Сохранение и укрепление исторических корней наряду с модернизацией быта и инфраструктуры, повышением уровня обеспеченности и качества

жизни, введением социальных гарантий формирует сознание человека как части общества, ослабляет национализм. Понимание взаимозависимости людей в области экономики и экологии, их социальной связи подталкивает к объединению, снижению конфронтационных тенденций, повышению доброжелательности. Напротив, нищета, неэффективность управления ведут к паразитизму и озлобленности. Стрессы дефицита неминуемо приводят к болезням, агрессивности, крайнему национализму, вандализму, росту преступности, наркомании. Социальная среда может ухудшаться и при росте обеспеченности. Происходит это в тех случаях, когда нет доминанты стремления к достижению более высоких целей и нет той «щуки», которая обеспечивает бодрствование «карася».

Экологические проблемы как раз и выступают в роли такой «щуки». В силу единства мира решение собственных проблем недостаточно. Необходимо ради личного благополучия помочь соседу. Но так, чтобы не ухудшить и свое существование. И такая равновесная эколполитика постепенно вырабатывается. Принцип закрытых дверей становится губительным прежде всего для самого изолированного общества. Столь же губительно стремление к агрессии и господству, исключительности типа исламского фундаментализма. В условиях абсолютной перенаселенности планеты агрессивные общества либо погибнут, либо откажутся от идеологии конфронтации. Исторически возможно и то, и другое, но, к сожалению, с кровавыми жертвами в обоих случаях.

Серьезные изменения необходимы в религии, разъединяющей народы невысокой глобальной культуры (разд. 3.13). Всемирный совет церквей уже сделал многое для понимания народами мира экологических проблем. Совершенно очевидно, что на очереди создание общечеловеческой «синтетической» религии, вернее надрелигиозной идеологии, объединяющей все религии мира. Религиозная нетерпимость стала чрезвычайно опасной. Не менее угрожающей стала и заповедь «плодитесь и размножайтесь». Каноны всех религий должны быть пересмотрены. Если это не грешно, должен быть составлен и принят «сверхновый завет», соответствующий нуждам современного мирового развития. Церковь должна стать во главе экологического движения мира, ибо экологический кризис не есть промысел Божий, но результат греховного поведения человека, его прегрешений перед Природой.

Среди необъятного поля социально-экологических проблем и доминирования технократического мышления выделяются медицинские вопросы. Долго считалось, что вложения в здоровье человека следует делать главным образом в область улучшения его лечения. Расходы на здравоохранение росли очень быстро, становясь разорительными, а эффективность лечения не возрастала. При этом наблюдается такая периодизация¹: до 1930 г. здоровье человека зависело главным образом от улучшения условий жизни, затем вклад медицины заметно возрос, а с 60-х гг. вновь здоровье населения в основном зависит от образа жизни и условий среды. Расходы на здравоохранение в США в 1970 г. составляли 7,5% ВНЦ, к 1985 г. они достигли 10,6% ВНП (в конце 80-х гг. ассигнования на здравоохранение составляли около 180 млрд. долларов). В Канаде те же расходы на те же сроки составляли 7,3 и 8,6% ВНП. Дальнейший рост был явно нерационален.

Вылечить растущую массу больных людей уже становится невозможно. Например, к 1970 г. в СССР нервно-психические заболевания в патоло-

¹ Culyer A. J. What do health services do for people?//Search. 1979. V. 10. № 7—8. P. 262—268.

гической фазе охватили 13,1% жителей малых городов, 18,8 больших и средних городов и 21,5% жителей сверхбольших городов¹. Умеренные психопатологические симптомы наблюдались соответственно у 26,0; 16,2 и 22,5% населения этих городов. К началу 90-х гг. в стране насчитывалось более 2,1 млн человек, требующих клинической психиатрической помощи, на учете состояло более 10 млн психически больных. Приблизительно в 70-е гг. начал четко проявляться «психический кризис» и в Швеции, где последние 25 лет смертность от стресс-заболеваний удвоилась, резко возросла потребность в отдыхе. В Японии с 1953 по 1980 г. число мест в психиатрических больницах увеличилось с 32,4 до 254,1 на 100 тыс. населения². Сейчас предполагают, что психологическая усталость — инфекционное заболевание, сходное с ВИЧ, вызываемым СПИД, т. е. по возбудителю относящееся к ретровирусным. Однако то, что заболевание охватывает главным образом весьма преуспевающую часть населения, говорит скорее о внеинфекционной этиологии. Сами же ретровирусные заболевания отнюдь не исключены на базе переутомления.

Главный вывод — лечить современные болезни среды становится уже невозможно. Они охватывают слишком большое число людей. Медики шутят, что в XXI веке недиабетики будут считаться больными, а диабетики — здоровыми, ныне психически нормальные люди попадут в больницы, а психи станут нормой. Это, конечно, преувеличение, но в нем заключена крупица истины. Социально-экологические преобразования неизбежны. И прежде всего необходимы улучшение питания и резкое увеличение объема рекреации.

В нашей стране в рекреации сложилась парадоксальная ситуация. За 70 с лишним лет не было создано ни одного нового рекреационного района. По-прежнему курортами остаются лишь Кавказ, Крым, Карпаты, Прибалтика и очень ограниченно Волго-Каспий. Везде условия курортной среды в сезон отдыха таковы, что они объективно хуже, чем в тех городах, откуда приезжают рекреанты: плотность населения в санаторно-курортных зданиях и гостиницах, в частных домах в курортный сезон выше, чем в местах постоянного проживания, санитарная обстановка тяжелее, стресс, в том числе шумовой, выше и т. д. Если в США и многих других странах индустрия туризма расширилась многократно, национальные парки после периода перенасыщения посетителями возросли в числе, а главное, в объеме услуг (ранее явно недостаточном), то наши национальные парки не имеют даже элементарного сервиса, многие перспективные для развития курортного дела регионы остаются неосвоенными или столь дико эксплуатируемыми, что есть опасность их гибели. Таково состояние южного берега Крыма, северокавказских Минеральных Вод, Трускавца и других мест.

Мы имеем огромные неиспользованные возможности для развития новых обширных рекреационных зон — на Дальнем Востоке, Байкале, Алтае, на западе от Одессы (если будет улучшена экологическая ситуация на Черном море), по побережьям Азова (если море будет приведено в порядок), в районе Кизлярского залива Каспия, во многих местах Средней Азии и Кавказа (вне его побережий). В ответ на капиталовложения будут получены значительные дивиденды — отдых дефицит во всем мире. Пока делается слишком мало. В области социальной экологии человечеству предстоит крутой поворот, в том числе в сфере тесно сопрягающихся с экологией демографических проблем.

¹ Виноградов Н. А. Урбанизация и здоровье населения // Гигиена и санитария. 1970. № 1.

² Iregami N. Growth of psychiatric beds in Japan // Soc. Sci. and Med. 1980. V. 14 № 6. P. 561—570.

6.2.9. Экологизация демографической политики

Наиболее драматические с экологической точки зрения события ожидаются в области демографии. Емкость планеты, подавляющим большинством экологов оценивается в 1,0—1,5 млрд человек (при идеальных общественно-экологических условиях из набора ныне существующих). Фактическое ее население превышает 5,0 млрд человек (видимо, около 5,3—5,4 млрд). Земля перенаселена не менее чем в 3 раза. Рост населения будет продолжаться, так как пищевые ресурсы, вопреки регионально существующему голоду и недоеданию, достаточны для жизни 15 и более млрд человек. Средняя вероятная продолжительность жизни в развитых странах мира колеблется между 75 и 80 годами¹ (на 1990 г. ожидаемая продолжительность жизни в Японии и США была около 80 лет). Реально достижимый максимум ожидаемой продолжительности жизни 89 ± 5 лет. Так называемый демографический переход начала снижения числа землян произойдет не ранее середины XXI века, когда людская популяция может достигнуть 12 млрд человек (на 2025 г. прогнозируют 8,2—8,3 млрд человек). Десятикратное превышение оптимума численности населения в соответствии с емкостью Земли вполне вероятно, но, возможно, чревато включением так называемых экологических факторов, зависящих от плотности населения². Пока же действуют факторы, зависящие от социально-экономической ситуации.

Сложение неблагоприятных экологических и социально-экономических факторов потенциально взрывоопасно. Не исключено, что вместо демографического перехода возникнет демографический катаклизм. Если человечеству по силам удержать мир от применения оружия и улучшить общественно-экономическую ситуацию, то совладать с экологическими факторами, зависящими от плотности населения, будет ему не по плечу: не хватит реального времени и средств.

Сложность демографической ситуации в том, что экономически большинство государств заинтересовано в росте, а потому омоложении населения (средний возраст населения мира около 24 лет). Один процент прироста населения требует 4% увеличения валового национального продукта (ВНП). За 10 лет (1980—1989 гг.) ни в одной развитой стране не наблюдалось более 43% прироста ВНП (в Японии). В Китае прирост составил 124%, но он очень низкого уровня. В то же время в этой стране около 800 млн трудоспособного населения. Прирост его явно экстенсивен, и он идет вопреки тому, что штраф за «лишнего» ребенка (разрешено иметь 1—2 детей) составляет примерно 7% зарплаты родителей и взимается в течение 14 лет. Даже Япония с ее ежегодным ростом населения около 0,4% в 1980—1989 гг. увеличила свое богатство всего на 10—11% (прирост населения составил примерно 8%, компенсационный рост ВНП — 32%, реальный прирост, как сказано выше — 43%).

В СССР прирост населения за 10 лет составил примерно 10% (1979 г. — 262,4, 1989 г. — 236,7, 1990 г. — 288,6 млн человек). ВНП возрос за то же время на 38%. Следовательно, произошло относительное обеднение населения примерно на 2%³. Если рассчитывать по сельскому хозяйству,

¹ Народное хозяйство СССР в 1989 году // Статистический ежегодник / Госкомстат СССР. М.: Финансы и статистика, 1990. 766 с.

² Появились пока мало аргументированные прогнозы, что за следующее десятилетие в Африке от СПИДа погибнет не менее 20% населения. Возможно, это уже действие этих факторов.

³ В расчет принят относительно благополучный период. К 1991 г. произошло падение ВНП при росте населения. Фактически уровень жизни упал более значительно. К тому же

то положение намного хуже. Площадь зерновых культур в стране 112 275 тыс. га. Урожайность зерновых культур в 1989 г. была 17,5 ц/га. Даже без учета потерь, равных не менее 40%, а лишь по валовому сбору 196,7 млн т, максимальная численность населения страны не должна была превышать 200 млн человек (1 т зерна на 1 человека при учете затрат зерна на корм скоту и прямого потребления в реальных условиях страны). Теоретически в ближайшие годы могут быть устойчиво обеспечены около 240 млн т зерновых (20 ц/га амбарного урожая или с учетом неминуемых потерь валовые урожаи в 300 млн т). Это означает, что с учетом экологических ограничений оптимальная численность населения СССР не может превышать 240 млн человек. Таким образом, уже имеем 50 млн «лишних», даже теоретически не обеспеченных зерновым эквивалентом людей. Это отнюдь не означает голода, но требует изменения структуры земледелия для компенсации относительной нехватки зерна другими продуктами. (А нам хотя бы справиться с текущими сельскохозяйственными проблемами!)

Еще в 1891 г. Ревенстайн дал довольно точный прогноз, что к концу XX века человечество достигнет рубежа 5,9 млрд человек (на самом деле к 2000 г. предполагается 6 млрд 291 млн человек), что, по мнению этого автора, будет «пределом» численности людей. Т. Мальтус полагал, что механизмом регуляции людских популяций станут эпидемии, т. е. факторы, зависящие от плотности населения. Успехи медицины, упоминавшиеся выше, заставляли сомневаться в правоте великого ученого. Был выдвинут ряд альтернатив, в том числе весьма жутких типа циклов атомных катастроф в 5000 лет астронома Ф. Хойла. Этот автор полагал, что каждый раз человечество будет повторять свой эволюционно-исторический цикл после фактической гибели цивилизации. Более вероятна гипотеза Т. Мальтуса, но с учетом социально-исторических изменений.

Человечество представляет собой среду обитания многих видов болезнетворных организмов. Их усиленная эволюция обусловлена успешной борьбой с заболеваниями. Уничтожение возбудителей болезней освобождает в человечестве экологические ниши, заполняемые новыми организмами. В ряде случаев заполнение идет в позитивном направлении. Возникают мало вирулентные штампы микроорганизмов типа «слабых» вибрионов холеры. Но не исключено и возникновение новых заболеваний типа ВИЧ, о чем уже было бегло упомянуто выше. С усилением контактов между народами и благодаря успехам медицины вероятность вспышек новейших заболеваний будет возрастать, а высокая численность населения и его подвижность — способствовать распространению этих болезней. Теоретически вероятны шквалы заболеваний типа пандемий гриппа. Количество жертв может достигнуть сотен миллионов человек. И чем выше будет численность и плотность людского населения, хуже состояние общего здоровья, тем катастрофичней будут последствия пандемий.

Такой сценарий отнюдь не обязателен, если будут учтены экологические закономерности и ограничения, если человечество бросит значительные силы и средства в сферу своего воспроизводства, его оптимизации. Как показывает опыт, необходимо иметь средний доход на семью приблизительно около 15—20 тыс. долларов в год с тем, чтобы реально действовал регулируемый механизм депопуляции. А для нее самой необходимо не менее 3 поколений (75 лет). В этом случае в обозримой перспективе человечество бесконфликтно сократится до 1,0—1,5 млрд человек.

Это достижимо лишь при сокращении потребности в трудовых ресурсах

демонстрационные потребности значительной части населения (см. главу 7) бесполезно отнимают часть необходимой людям продукции.

в условиях «обесчеловечивания» технического прогресса, но с его гуманизацией. Экономический рост должен идти за счет увеличения производительности труда с сокращением числа занятых и быть направлен на сохранение здоровья и увеличение продолжительности жизни людей. Экологически постарение населения — благо. «Качество» детей — одна из важнейших целей современной демографической политики. А в целях социобиологической компенсации вынужденной малодетности необходимы механизмы разностороннего поощрения и социальной реабилитации (подробнее см. главу 7). Спонтанно они возникли. Та же «сексуальная революция» тому пример. Но глубокая научная социально-экологическая проработка возникших ситуаций никогда не проводилась. Не работали в этом направлении и экологи человека. Вообще экологическая демография пока существует лишь номинально, на что неоднократно обращали внимание такие известные американские демографы, как П. и А. Эрлихи¹. В мире, как и у нас в стране, демография почему-то относится к экономическим наукам, в то время как это скорее социально-экологическая дисциплина.

6.2.10. Общая экологизация природопользования

В последние годы наконец-то человечество осознало истину, что оно лишь часть природы, и при том зависимая. Это очень существенное изменение в восприятии мира. Оно помогло понять, что изменение природы человеком уже резко негативно воздействует на социально-экономические процессы, а без воспроизводства природных систем не будет идти и экономическое воспроизводство. Стало очевидным, что возрастание антропогенного процесса разрушения природы будет продолжаться до тех пор, пока не уменьшится демографическое давление, помноженное на рост потребностей, связанных с научно-техническим развитием. Серьезность экологической ситуации была констатирована, но глубоко не осознана. Не была преодолена тенденция разрозненного рассмотрения демографических процессов и ресурсопользования, а также отдельного анализа хода пользования отдельными природными ресурсами. Продолжал доминировать узкоэкономический подход к анализу научно-технических успехов, хотя все больше вводились поправки на экологические ограничения. Наблюдалось увлечение вычислительной техникой, выходящее за рамки трезвого ее использования. Это особенно ярко проявилось в нашей стране, внедряющей ЭВМ вне реальных систем коммуникации. Не имея и не создавая сетей, не понимая стратегии развития, добиться эффективного использования компьютеров невозможно. В то же время появились «компьютерные» болезни переутомления.

Технический прогресс не сопровождался адекватным научным развитием. Технократическое мышление ведет к недооценке научной теории, приданию особой ценности чисто технологическим, «жестким» решениям тех проблем, которые всегда более успешно, а иногда и только так, решаются с помощью «мягких» системных средств (разд. 3.14). Это привело к неоправданному риску, связанному с превышением рубежа разумной достаточности, например, в числе ГЭС, АЭС, крупных танкеров и т. п. (авария на

¹ Например, Ehrlich A., Ehrlich P. Population and development misunderstood//Amicus J. 1986. V. 8. № 1. P. 8—10. Панее см.: Ehrlich P., Ehrlich A. Population. Resources. Environment. Issues in human ecology. San Francisco: W. H. Freeman and Co, 1970, 1972. 505 p.; Ehrlich P., Ehrlich A., Holdren J. Human ecology: Problems and solutions. San Francisco: Freeman and Co, 1973. 340 p. и некоторые другие книги этих же авторов.

крупной АЭС и ГЭС теоретически возможна 1 раз в 5 лет). Аварии стали недопустимо разрушительными (например, Чернобыльская катастрофа, служащая предупреждением человечеству, принесла убытки до 270 млрд р., а возможно и значительно больше, и захватила по меньшей мере 2 млн человек, сотни тысяч из которых необходимо переселить и здоровье которых требует особого ухода).

Наблюдаются синдромы психологического перенапряжения. Техногенный стресс вызывает соматические изменения, граничащие с инфекционными заболеваниями. Они характерны для наиболее преуспевающих людей и таким образом создают как бы барьер для научно-технической деятельности. Предполагается (разд. 6.2.8), что заболевание вызывают ретровирусы, сходные с ВИЧ, т. е. вирусная блокада характерна как для научно-технической, так и для сексуальной революции. (Кстати, «вирусом» называют и помехи в компьютерных сетях.)

Глобальные, региональные, национальные, локальные и точечные экологические ограничения в природе и лимиты человеческих возможностей постепенно меняют направление НТР. Появилась серия понятий типа «экологосовместимости» техники и технологий, «экологической цены», комплексной ресурсоемкости, территориальной емкости производства и т. п. Некоторые производства готовятся к глубоким изменениям. Это не только смена технологий с устранением фреонов, разрушающих озоновый экран, но и «энергетическая революция». Производство энергии достигает уже 10^{10} тут (тонн условного топлива) при абсолютном пределе, допускаемом структурами биосферы планеты, не более $1,7 \cdot 10^{10}$ тут. Этот предел будет достигнут через 20—25 лет даже при сокращении энергопотребления в развитых странах. Не ресурсы топлива и других источников энергии, а допустимые пределы энергопроизводства ограничивают НТР современного типа.

Основным лимитирующим ресурсом становится несущая способность планеты и ее отдельных частей — экосистем. Отсюда возникла новая область практики — экологическое планирование. Оно пока осуществляется в нашей стране в виде территориальных комплексных схем охраны природы (ТерКСОП) — документа рекомендательного и составленного, как правило, на низком профессиональном уровне (в силу новизны мероприятия и отсутствия специально подготовленных специалистов). Столь же мало профессионально выполняются «экологические» разделы проектов и экологические экспертизы (вернее, оценки) этих проектов. Это характерно для всего мира.

Для нашей страны после эпохи «проектов века» наступило время отрезвления. Однако протрезвели не все. Одновременно с другой стороны возникла «экологическая» истерия, «зеленый» экстремизм. Примером неполного отрезвления служит упорное стремление реанимировать производство белково-витаминных концентратов (БВК) даже в ущерб изготовлению лекарств для населения. Яркое проявление «зеленого» экстремизма — требование взорвать Санкт-Петербургскую дамбу. Она нуждается в реконструкции и, возможно, в перепланировке, но взрывать ее, конечно, глупо. Аналогичные конструкции успешно работают на Темзе в Англии и на голландском побережье.

Некоторые производства в нашей стране нуждаются в модернизации в соответствии с требованиями охраны среды жизни и природы. Необходимо иметь четкую программу обновления технологий. Пока же принимаются в основном экологически и социально мало обоснованные постановления о закрытии и выводе предприятий. Иногда удается особо вредные производства ликвидировать, но часто объективной замены им нет из-за су-

ществовавшего монополизма и стремления строить уникальные гиганты. Выход их из строя разрушает экономику, а иногда приводит и к крупным экологическим ущербам.

Все существующие экологические программы в нашей стране — это мало реальные, несистемные, а потому и непрограммные планы-наметки, написанные в директивном ключе. Они невыполнимы по своему условию, так как не содержат экономических расчетов и указаний на источники денежных и материальных средств. Практически все упирается в отсутствие профессионалов, понимающих проблему в целом и умеющих составлять программы научно-технического развития.

Законодательные инициативы в таких условиях не могут быть успешными. Закон юридически оптимизирует уже реально сложившиеся процессы. Он должен быть выполнен технологически, социально и экономически. Однако в нашем природоохранном законодательстве не учтены научно-технические, технические, социальные и экономические предпосылки выполнения юридического предписания. Отсутствует обратная связь «закон — его реализация». В результате «в России нет закона», вернее, законов много, а порядка мало. Вновь приходится сталкиваться с низким профессионализмом. Природоохранные законы вырабатывают люди, мало знакомые с механизмом их реального действия.

В целом природопользование еще очень далеко от комплексной экологизации. Если срочно не будут подготовлены кадры профессионалов, следует ожидать очень крупных потерь из-за экологических напряжений, возможных аварий и широкомасштабных экологических катастроф.

6.3. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЭКОЛОГИЗАЦИИ

С большим трудом и крайне медленно происходит осознание преимуществ экологической переориентации общественных процессов. Страхи перед увеличением безработицы сменились констатацией, что общий экологический рынок оборудования для охраны среды и «экологическое» производство существенно увеличивают занятость. Например, если в 1983 г. в ФРГ в сфере производства оборудования для защиты среды было занято около 170 тыс. человек, а общее число работающих в области охраны природы и среды жизни достигло 350 тыс. человек, то в 1988 г. это число возросло до 440 тыс. и к 2000 г. достигнет по меньшей мере 1 млн человек (290 тыс. будут производить технику по уменьшению вредных выбросов, 260 тыс. — технику охраны здоровья людей, 240 тыс. будут связаны со службой контроля и 210 тыс. — с биологическими мероприятиями). Наибольший прирост рабочих мест ожидается на предприятиях, занятых утилизацией и рециклингом отходов¹. Значительно возрастет также число занятых в муниципальных службах, хотя наблюдается высокая степень их механизации и автоматизации.

Предполагалось, что экологизация будет вести к существенному усилению инфляции. Однако реальный уровень инфляционных процессов, связанных с охраной среды и природы, не превышает или слегка больше 1% в год. При этом значительно снижаются ущербы, достигающие, например, в ФРГ 100 млрд марок в год (6% от ВНП)². Расходы на охрану

¹ Zimmermann G. Eine Million Arbeitsplätze//Umweltmagazin. 1988. 17. № 5. S. 60—61.

² Согласно оценкам Института по изучению экологических проблем и прогнозированию (Гейдельберг), общий материальный ущерб окружающей человека среде достигает в ФРГ 475 млрд марок.

среды там равны примерно 2,5% от ВВП и довольно быстро скачкообразно растут (в 1985 г. — 1,5% от ВВП, в 1987 г. — 2,5%), что соответствует скачкообразному росту ущербов. Исчисление этих ущербов — весьма сложная задача. Например, ущербы для здоровья людей в США оцениваются с разбросом чисел от 5 до 97 млрд долларов в зависимости от методологии расчетов. В ресурсопользовании США ущербы от загрязнений оцениваются в размере до 100 млрд долларов, в том числе в лесном хозяйстве в 340—500 млн долларов, или 1% от доходов производителей древесины. Предполагается, что в ФРГ ущерб лесам в период до 2000 г. может составить от 211 (при усилении охраны воздуха) до 344 млрд марок. Общие ущербы растут значительно, чем готовность вкладывать деньги в их устранение. В ФРГ жители согласны платить 30—48 млрд марок в год за улучшение среды жизни. Фактически расходуется около 45 млрд марок, т. е. максимальная общественно одобренная сумма.

Доля экологических инвестиций достигает 12—17% от суммарных капитальных затрат в химических, металлургических и нефтехимических отраслях ФРГ. В Японии эти инвестиции несколько выше. ООН рекомендует промышленно развитым странам средние экологические инвестиции в размере 5—8% от общего объема капиталовложений (в нашей стране в 1982 г. 1,7%).

Основной инструмент экологической регуляции — повышающиеся налоги и «продажа загрязнений» (передача за деньги права на сэкономленную против норматива часть выбросов). Устанавливают единицу загрязнения. В ФРГ эквивалент-единица загрязнения — 50 кг кислорода, потребляемого при разложении органических загрязнителей, 100 г кадмия, 20 г ртути, 500 г хрома, никеля и свинца, 1 кг меди или 2 кг соединений хлора (в пересчете на органически связанный хлор)¹. В случае достижения экономии в выбросах предоставляются значительные льготы.

Перестраивается банковское дело. Например, Международный банк реконструкции и развития опубликовал в 1984 г. документ «Экологическая политика и методы ее осуществления». В банке создан отдел окружающей (человека) среды со штатом в 60 человек (ранее было 17) и намечено увеличить соответствующий штат четырех его региональных подразделений.

Возникло довольно заметное движение «зеленых» и других экологов. Появилось понятие «политическая экология» и соответствующий ему термин. Одна из первых партий «зеленых» была создана в Новой Зеландии в конце 70-х гг. В 1983 г. партия зеленых ФРГ получила 27 мест на выборах в бундестаг. Произошел рост популярности зеленых в Великобритании. В Италии на выборах 1987 г. в парламент «зеленые» собрали 2,5% голосов, их представляют 13 депутатов парламента и 2 сенатора. Усиливается партия зеленых в Канаде. В Международный Союз охраны природы и природных ресурсов входят 558 правительственных и неправительственных организаций из 116 стран мира. По оценкам, в бывшем СССР так или иначе в экологическом движении участвовало около 8% взрослого городского населения (примерно столько же, как в ФРГ, США и других странах). Общее число выявленных экологических организаций в бывшем СССР — около 800, четыре из них имели общегосударственный статус: Экологический союз СССР, Ассоциация «Экология и мир», Экологический фонд СССР и Социально-экологический союз. Существует в нашей стране и партия «зеленых».

Партии «зеленых» едва ли будут набирать силу. Они по своему бунтар-

¹ Sheringer F. Wer mehr Reinigt, sollt weniger//Umweltmagazin. 1989. 18. № 6. S. 58—59.

скому существу изначально опирались на молодежь и не имели четкой политической платформы. Отрицательное отношение к ним других партий сменилось терпимостью и привело к постепенному перениманию наиболее эффективных направлений работы. Нет такого слоя общества, который бы не был заинтересован в улучшении среды жизни. Поэтому экологическое движение по изначальному условию вне- и надпартийно (партия — это «часть», а экология — требование всех). Оно «перетечет» в массовые партии.

6.4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ БИЗНЕС И РЫНОК

Рынок в экономике — понятие очень широкое. Многие воспринимают его как синоним базара (привоza), ограничивая примитивной куплей-продажей товаров и оставляя в стороне даже услуги. Экономисты нередко совершенно справедливо говорят о нескольких рынках: товаров, включая сюда природные ресурсы, услуг, труда и капитала. И хотя В. Даль однозначно утверждал: на рынке ума не купишь, это всемирное торжище включает в себя и обмен знаниями, идеями, материализованными в патенте, лицензии, а иногда и не защищенные ничем, кроме авторского права. Интеллектуальная собственность хотя и почти беззащитна в наши дни (особенно в бывшем СССР), но имеет очень высокую рыночную цену. Недаром существует промышленный шпионаж.

Ныне рынок можно определить как глобальный взаимовыгодный конкурентный обмен всем, представляющим экономическую, экологическую и социальную ценность. Этот обмен нередко приобретает политическую окраску, но именно она его искажает (например, в случае продажи оружия) и сужает (товары «двойного назначения») и от этого в конечном итоге страдает все человечество. Именно поэтому не существует «капиталистического» или «социалистического», «регулируемого» или «нерегулируемого» рынка. Определения лежат в иной плоскости — открытого или административно ограниченного рынка. Человечеству выгоден свободный, разумно направляемый рынок, эгоистичным общественным группам — грубо «регулируемый».

Множество рыночных ценностей можно классифицировать по-разному. Говорят о рынках сельскохозяйственной и промышленной продукции. В последнее время зашла речь и о специфическом «экологическом» рынке, или рынке экологических услуг — обмене всем, что улучшает среду жизни людей, экономит природно-ресурсный потенциал. Это действительно особый рыночный срез, особая классификационная группа. Рынок товаров, услуг и т. д. — политэкономический взгляд. Сельскохозяйственный, промышленный, транспортный рынок — утилитарно-экономическая классификация. Экологический рынок — составляющая иного ряда: социально-утилитарного и культурного, того, что облегчает людям жизнь, сохраняет их здоровье, указывает человечеству перспективу его выживания в условиях глобального экологического кризиса.

В сферу экологического бизнеса и рынка попадает восемь направлений хозяйственной и социальной деятельности общества: 1 — измерительная и контрольная техника, 2 — ресурсосберегающие технологии и техника, 3 — использование вторичных ресурсов, 4 — экологическое воспроизводство и планирование, 5 — воспроизводство человека, 6 — рекреация, 7 — экологическое обучение и 8 — демографическая регуляция. Первое из них — это производство так называемой «экологической» техники — приборов и устройств, позволяющих контролировать среду жизни, очищать выбросы предприятий, кондиционировать воздух в помещениях и т. д. Не

менее широкое поле деятельности — разработка конкурентоспособных ресурсосберегающих и средоохраняющих технологий и техники. В некоторых случаях обновление основных средств производства приводит к лучшему использованию ресурсов и сохранению среды жизни. Этот процесс ускоряют путем принятия строгих законов по охране среды жизни, налоговой политикой, направленной на те же цели. Стимулом служит право на продажу выделенных предприятиям лимитов на загрязнение, а также сертификация продукции своеобразным знаком экологического качества (в Германии это «Голубой ангел»). В 1991 г. Экологический союз бывшего СССР получил свидетельство на аналогичный товарный знак «Белый лотос». Такой знак дает преимущество в конкурентной борьбе на свободном насыщенном рынке.

Расширяется использование вторичных природных и материальных ресурсов, включая отходы хозяйства (промышленные, муниципальные и сельские). В некоторых случаях вторичные ресурсы становятся основным сырьем, экономя силы, средства и энергию. Многие сулит расширенная эксплуатация рекреационных ресурсов в широком понимании термина (курортных, ресурсов туризма — национального и международного, музейно-культурных объектов, местного отдыха, спортивно-оздоровительных и др.). В отдыхе вне угнетающей повседневной среды нуждаются все люди, и эта потребность с урбанизацией нашей жизни все время растет.

Остро необходимо создание благоприятной природной среды для жизни людей и функционирования хозяйства. Экологическое воспроизводство — одна из насущных целей общества. Без такого воспроизводства немислимо хозяйственное развитие. Это направление включает экономное и полное использование природных ресурсов и мероприятия по сохранению экологического баланса (см. главу 5). Наконец, необходимо целенаправленное формирование качества ближайшей среды жизни человека — природной и социальной, среды сохранения его здоровья, всего комплекса воспроизводства человека, в том числе и как трудового ресурса, отвечающего требованиям времени. Воспроизводство человека включает значительный комплекс мер — от жилищного строительства до производства продуктов питания.

Особым срезом экологических услуг можно считать экологическое обучение — воспитание, просвещение, специальное образование и пропаганду. Одновременно это своеобразный бизнес государства, получающего широко экологически мыслящих людей.

Рынок экологических услуг завершает комплекс демографического планирования. Это общественная услуга на перспективу. В реальных условиях она включает общее сдерживание роста населения, его осторожное, вдумчивое перераспределение, национальное и культурное развитие и ряд других существенных задач, тесно связанных с воспроизводством человека, удовлетворением его нужд (см. главу 7).

В рамках каждого из перечисленных направлений деятельности возникает относительно самостоятельная рыночная сфера — идей, патентов, ресурсов, товаров, труда и услуг, конечно, капитала. В связи с резким ухудшением экологической ситуации в мире, в отдельных странах и регионах, по прогнозам, развитие этих сфер будет идти ускоренными темпами. Немецкие специалисты предполагают, что к концу текущего десятилетия рынок «экологических благ» займет ведущее место в мировой экономике и обгонит сферу производства и обслуживания электронной техники¹.

¹ В этом разделе вынужденно повторены некоторые факты, уже приведенные в предыдущих разделах.

Рынок экотехники в ФРГ, по литературным данным, составляет (по инвестициям) на 1988—1992 гг.: очистка коммунальных стоков — 25 млрд марок, санирование старых свалок и промышленных объектов — 17 млрд, очистка газов малых ТЭС и промышленных предприятий — 10 млрд, очистка и обезвреживание отходящих газов крупных ТЭС — 12 млрд, подготовка питьевой воды — 3 млрд марок. Плюс еще ликвидация «старых грехов» — прошлых недоделок. После 1992 г. расходы должны вновь заметно возрасти. К ним приплюсуются 200 млрд марок затрат на реанимацию природной среды бывшей ГДР.

«Экологические» продукция, технология и экотехника занимают от 1 до 4% объема внешней торговли стран (в том числе таких как Чехо-Словакия, в которой собственное производство экотехники составляет 4% от общего объема продукции машиностроения). В связи с ужесточением норм охраны природы и среды жизни человека будут расти производство и обмен экотехникой. Их верхний уровень, вероятно, будет не ниже, чем наблюдаемые экологические ущербы. Напомним, что в ФРГ ущербы достигают 100, по другим данным, 475 млрд марок в год (минимальная из указанных сумм — это 6% от уровня ВНП). В настоящее время темпы роста продаж средоохранного оборудования более 10% в год.

Исходя из роста экологических ущербов и расходов на экотехнику, целесообразна замена ресурсоемких и «грязных» производств на «экологосовместимые» (очень неудачный термин!). Новые технологии сжигания топлива или замена угольных ТЭС такими же на природном газе снижают расходы на очистку отходящих газов, а использование ветроэнергетики снимает эту статью расходов, но вызывает ряд других затрат и сложностей (борьба с шумом, аккумулярование энергии на безветренный период и др.). Рынок новой техники и технологий все время расширяется. У нас в стране есть неиспользованные интеллектуальные резервы, но они нелегко вписываются в рыночные механизмы без специальных мероприятий. В рамках административной системы управления они вообще нереализуемы.

В мире накоплено от 200 до 300 млрд т отходов, в том числе в бывшем СССР около 50 млрд т. Вторичное сырье, а отчасти и энергия (сбросное тепло) находят все большее применение. Потребление вторичной бумаги составляет 75 млн т в год, или 1/3 мирового бумажного производства (из макулатуры в Южной Корее производится 67%, в Дании — 77, в Японии — более 82% всей бумаги). Лом черных металлов используется в развитых странах с полнотой до 90%, цветных — 15—85%, отходы текстильного производства — до 65, стекла — до 30 и более, пластмассы 20, резины — 12—15%. Возник даже мировой рынок концентрированных органических удобрений — сухого птичьего помета. Одна его тонна стоит в ФРГ до 70 долларов, а при переработке в биогумус — 120 долларов. Рынок вторичных ресурсов будет расширяться. Наша страна имеет очень значительные вторичные ресурсы, используемые в лучшем случае на немногие проценты, а то и их доли (например, лишь к 2005 г. предполагается 5—7% бумаги получать из макулатуры). С ними мы легко можем выйти на мировой рынок. Пока этому препятствуют нелепые законы и подзаконные акты.

Досуг как товар подобно всем природным ресурсам непрерывно дорожает. В развитых странах расходы на рекреацию составляют около 20% всех расходов потребителей с тенденцией роста этой доли и общей суммы затрат на отдых.

Экономика рекреации весьма противоречива. В некоторых случаях организация отдыха эффективнее традиционного использования территорий как источников традиционных природных ресурсов, но пока организуемые в нашей стране эколого-экономические зоны (Горный Алтай,

Тверская обл. и др.) плохо обоснованы экономически. Нередко мы стремимся к дешевизне «полудикого» туризма, тогда как широко развитая инфраструктура высокого сервиса дает бóльший доход и конкурентные преимущества.

Очень непросто соединить туризм с традиционным бытом, например, народов Севера. Однако это и возможно, и необходимо. Резервы тут необозримые. Исторически сложившиеся промыслы в сфере мирового рынка значительно выгоднее, чем в пределах нашей полунищей страны. Лишь бы не было перепроизводства, как с товарами Патагонии. Нам это явление пока не угрожает...

Экономика экологического воспроизводства как наука пока лишь зарождается, хотя практические работы в этом направлении начаты в США в 30-е гг. нашего века и широко развились в Северной Америке в 50—70-е гг., а ранее были характерны для Центральной Европы 60-х гг. прошлого века. Два основных направления этой сферы — экологическое планирование («строительство ландшафта») с реализацией планов восстановления природно-ресурсного потенциала и экологического баланса до определенных уровней и рынок с условным наименованием «долги — на природу». Экологическое планирование состоит из оптимизации хозяйства с минимизацией экологических ущербов, в том числе от ухудшения состояния здоровья людей и деградации эксплуатируемой территории. Полагают, что улучшение среды жизни и хозяйства может привести к удвоению денежного выражения производительности труда и значительному устойчивому росту доходов. «Долги — на природу» — выкуп долговых обязательств развивающихся стран (15—20 центов за 1 доллар), очевидных банкротов, в числе которых в ближайшее время, безусловно, окажется наша страна, в обмен на резервируемые территории (национальные парки и т. п.). В Средней Азии вся так называемая «экологическая» (на самом деле социально-экономическая) проблема состоит именно в верном экологическом планировании (научных аспектов как таковых там нет, но научно-прикладные рекомендации пока фактически никак не используются).

Планомерное воспроизводство природы и ее ресурсов чрезвычайно актуально в нашей лесной полосе. Имея огромные лесные ресурсы, мы испытываем затруднения со снабжением древесиной и не имеем в достатке бумаги. Целлюлоза — дефицит. Ресурсы леса тают на глазах. Между тем на наших лесных просторах современное лесное хозяйство может давать избыток продукции как основной, так и побочной (грибы, ягоды, лекарственные травы и т. п.). При внедрении прогрессивных технологий бумажную массу можно с успехом получать из лиственных пород, растущих быстрее, чем хвойные, а часто менее ценных и прихотливых. Нужно по-новому и рубить леса с применением современной техники, приемов хозяйства. Это поможет за лесопромышленный цикл наполовину увеличить выход древесины с единицы площади.

Крайне пагубно на природе Западной Сибири сказалась разработка запасов нефти и газа. Там создана своеобразная пустыня: с исчерпанием минеральных ресурсов не остается никаких природных благ, только истощенная земля. Она требует реанимации в продуктивные экосистемы. Такие пути либо известны, либо должны быть найдены. Вообще конкретные программы восстановления природно-ресурсного потенциала и поиски новых путей использования природы без ее разрушения достаточно перспективны.

Экологическое планирование в рамках воспроизводства природно-ресурсного потенциала занимает одно из ведущих мест. Это отнюдь не рабо-

та типа территориальных комплексных схем охраны природы (ТерКСОП), а именно экологически обоснованные не в тиши кабинетов, а в натуре, на земле, предложения по формам природопользования, исходящие из условий конкретных хозяйств.

Экономика воспроизводства человека — также новый раздел знания и практики. Расходы на здравоохранение в развитых странах достигли 10 и более процентов от ВВП. Среднегодовой прирост затрат на здравоохранение США в середине 80-х гг. составлял 13,2% (при общей сумме более 200 млрд долларов). Нередко медицина в целом экономически мало эффективна. Перспективнее вложения в формирование качества жизни человека, и, как следствие, сохранение его здоровья (говорят даже о «развитии» здоровья людей). Если бы расходы на здравоохранение в США росли так, как в середине 80-х гг., то в 1991 г. они бы составили около 700 млрд долларов (в середине 80-х гг. ежегодные расходы на медицинское обслуживание 1 человека были равны 1500 долларов в США, 900 — в ФРГ, 800 — во Франции, 500 — в Японии и 400 — долларов в Великобритании). Оптимизация качества жизни человека и воспроизводство его здоровья сливаются с такими демографическими проблемами, как старение населения в развитых странах и регионах и его омоложение в развивающихся государствах, т. е. с рынком трудовых ресурсов, изменением демографических нагрузок и т. п.

Большой удельный вес в экономике воспроизводства человека имеет питание, переориентация на «экологическое» сельское хозяйство, желательно с устранением пестицидов и массивного использования минеральных удобрений. Эта область земледелия имеет свой рынок технологий и самих продуктов хозяйства. При значительных земельных площадях наша страна может выйти на мировой рынок с «экологически чистыми» продуктами питания, особенно детского. Экологическое земледелие весьма конкурентоспособно на мировом рынке (разд. 6.2.4). Пока же у нас есть затруднения даже с вызреванием сыров из-за загрязненности молока токсичными веществами: полезные микроорганизмы в головах сыра погибают, а развитие вредных приводит к взрыву голов, делающихся непригодными (в лучшем случае из них готовят плавленые сырки). Детское питание мы завозили из-за границы, в основном из Финляндии, иногда из Нидерландов. Вместо того, чтобы загрязнять водоемы навозом и применять минеральные удобрения, дающие повышенный фон нитратов в продуктах питания, можно было бы наладить удобрение полей органическими компостами и продавать их на мировом рынке.

Широкие возможности есть у нас для получения биогаза. Огромные свинокомплексы, хозяйства по выращиванию крупного рогатого скота могут превратиться из поставщиков загрязнений водной среды и удушающей вони в фабрики «даровой» энергии и приемлемых, в том числе по запаху, удобрений. Такие работы начаты во всем мире, в том числе в развитых странах. Биогаз можно получать и на старых свалках. Такая попытка делается сейчас под Москвой, но если не изменить технологию заложения полигонов мусора, мы будем терять дорожающие энергетические ресурсы.

Как известно, выгоднее торговать не ресурсами, а конечными готовыми продуктами. Это правило справедливо и для экологического рынка. Техника и технология всегда наиболее эффективный «товар», обновление которого убыстряет экономическое и социально-экологическое развитие. «Конечной продукцией» можно считать комплекс воспроизводства природы и человека, в том числе рекреацию. Вне благоприятной среды невозможен общественный прогресс. Использование ранее теряемых природных ресурсов, минеральных и возобновимых, также может дать прирост

материальных благ в виде конечной продукции непосредственно или через обрабатывающие отрасли. Несмотря на замедленную отдачу на вложенный капитал экологический бизнес в конечном итоге имеет дело главным образом именно с высокоэффективными его вложениями (пока убыточны или мало прибыльны лишь некоторые методы утилизации отходов и очистки). Это обуславливает его потенциальный успех.

Механизмы стимуляции и управления в рамках экологического бизнеса и рынка не всегда традиционны для экономики, хотя в общих чертах обычны. Для запуска в действие этих механизмов необходимы организация адекватной информации и налаживание межотраслевых и межхозяйственных связей; отработка социальных, экономических или юридических стимулов (международное соглашение, законодательство страны и т. п.), их реализация на практике и контроль «экологических» преступлений (их число быстро растет), в том числе с помощью штрафов и судебного преследования; управление через банковское кредитование и стимулирование с помощью налоговой политики.

Проблема «что такое (экологически) хорошо и что такое плохо» выходит за узкоэкономические рамки. Ее разрешение требует дополнительных технических, ресурсоведческих, социологических и экологических знаний. Выгодное узкоэкономически не всегда эффективно ресурсно и социально-экологически, особенно в длительной перспективе. Поэтому требуется сопряжение экономических и социально-экологических целей через рыночные и вне рыночные административные механизмы.

Существует достаточно обоснованное утверждение, что капиталистический рынок не только не способен улучшить экологическую ситуацию, но ведет к разбазариванию природных ресурсов и глубоким нарушениям среды жизни. Однако факт и то, что в развитых странах с рыночной экономикой многие экологические проблемы решаются успешнее, чем в государствах с плановой экономикой. При этом чем выше степень развития страны, ее демократичность и ниже доля государственной собственности, тем в среднем легче идет такой процесс. И дело не только в действии правила Дж. Стайкаса (чем выше ВВП на душу населения, тем действеннее мероприятия по охране среды, см. разд. 3.15). Хотя несомненно, богатые, развитые и свободные страны так называемого постиндустриального мира переносят центр тяжести своих устремлений с погони за сверхприбылью в область сохранения здоровья населения и увеличения продолжительности жизни людей. В этом их отличие от стран «дикого капитализма». И в разграблении природных ресурсов виноват не рынок сам по себе, а форма его реализации. Поскольку социальная оценка здоровой среды в развитых странах очень высока, и она встраивается в экономический контекст, рынок выступает тут активным регулятором качества жизни, в том числе и сохранения окружающей человека среды. При этом действует системный механизм:



Выпадение одного из этих звеньев делает систему неэффективной, даже нежизненной.

В рассматриваемом контексте стоит обратить внимание на новое поле конкуренции. Экологически чистое производство оказывается исторически предпочтительней. Экономика как поле относительных величин действует в направлении «дороже, но полезнее», соотношение цен автоматически попадает под управляющее воздействие социальных целей. Общест-

венное развитие идет в направлении всеобщей экологизации. В этом преимущества рынка и суть успехов экологической его составляющей.

Переход к рыночной экономике в нашей стране на первых этапах приведет к тяжелым природно-ресурсным и экологическим последствиям. Начальное накопление капитала в условиях деморализации мощной, но безнадежно устаревшей индустриальной машины чревато огромными ущербами для природы и людей. Вместе с тем рынок современных технологий, широкое применение экологического планирования и воспроизводство природы и человека с их прогрессивным развитием позволит создать буфер, дающий надежду на значительные экономические успехи при минимуме экологической разрухи.

Конечно, на рынок, особенно мировой, необходимо выходить с добротным товаром (в широком понимании термина). Ресурсы в нашей стране огромны — и природные, и трудовые, и интеллектуальные (если мы не потеряем последние по недальновидности руководства). На первом этапе не следует выдумывать велосипеда. Необходимо использовать возможно лучшие иностранные технологии и управленческие приемы, чтобы превратить имеющиеся ресурсы в товар. Не грешно, а даже неизбежно привлекать иностранных партнеров. Без «варягов» нам никак не обойтись. Крайне желателен и прилив иностранных капиталов. Это касается рынка в целом и экологического рынка в частности. Одновременно нужно проявить готовность вкладывать свой ум и капитал в начинания за рубежом, и не только в развивающихся странах, как было в недавнем прошлом. В процессе временной работы в развитых странах доступно многому научиться.

У функционеров вызывает священный ужас выход на отечественный рынок иностранного капитала. Сам по себе этот процесс не опасен, а при нашей низкой производительности труда (люди часто психологически, социально и физически бессильны, а потому мало трудоспособны) и неопределенности политической ситуации едва ли зайдет далеко. Однако формы его пока нередко самые негативные. Связано это с тем, что в стране нет плана экоразвития (принимаемые программы малоэффективны из-за слабой экономической проработки) и отсутствует четкая экополитика. Имеется лишь стремление получить твердую валюту любой ценой без учета конъюнктуры мирового рынка, экологических организаций, возможностей реальной технологической дисциплины, качества имеющихся кадров и т. п. Здесь непечатый край проблем.

Одним из важнейших условий решения вопросов природопользования в условиях рынка будет адекватное эколого-экономическое обучение, не только теоретическое, но и чисто практическое. Рыночные отношения в перспективе должны стимулировать рационализацию природопользования и сохранение природных ресурсов в рамках коллективных и частных владений, но для этого необходимо знать, как это делается, иметь теоретический, методический и технический базис для реализации поставленных целей. В связи с этим актуальны усилия по разработке теоретических основ природопользования и подготовке специалистов в области экологического рынка в специфических условиях нашей страны — от консультантов коммерческих банков и страховых фирм до специалистов в области транспорта, промышленности, строительства (наши проектанты удивительно экологически наивны) и сельского хозяйства.

Конечно, все это может принести пользу, если действительно в стране возникнет хотя бы подобие современного рынка, а не примитивный бартерный обмен «товар — товар», характерный для самого начального этапа общественного развития человечества и господствующий у нас сейчас. Впро-

чем, и при этом варианте сохраняют свое значение все упомянутые в начале раздела направления общественно-экономической и социально-экологической деятельности.

6.5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДЕГРАДАЦИИ СРЕДЫ В НАШЕЙ СТРАНЕ

В предыдущих разделах уже неоднократно упоминались экологические проблемы, возникшие в пределах бывшего СССР. В этом разделе сделана попытка дать беглую географическую их схему, исходя из определенных критериев сохранности среды жизни или, наоборот, ее деструкции.

Географически страна — это прежде всего территория, пространство. Ее экологическая роль — в тех экосистемах, что расположены на площади государства, в их размерах и функциональном значении для более крупных региональных образований, вплоть до биосферы. В наши дни функция экосистем зависит не только от их природных свойств, но и от антропогенного влияния на них, от степени преобразования систем природы, естественных процессов в физическом, химическом и биологическом отношении (включая информационную составляющую).

Как ни странно, роль даже крупных экосистем в общей их иерархии практически неизвестна. К удивлению, и соотношение геосистем суши и океана в общей интеграции биосферы как функционального образования лежит за рамками точного знания. Никто не знает пределов надежности конкретных природных систем, их буферности и инерционности. Сложилась парадоксальная ситуация: люди не ведают размера пирога, который едят, и даже того, не живут ли они уже за счет мертвого, разлагающегося тела природы, а не прогрессирующих экосистем. Сколько уже «съедено» и сколько осталось? — вопрос без ответа.

При такой беспомощности науки порой возникают панические настроения. И они имеют достаточные основания, хотя мрачные прогнозы, к счастью, обычно не сбываются. Впрочем, как и радужные. Но главное, мы не знаем реального положения вещей. В лучшем случае можно констатировать, что на территории такого-то региона выбрасывается столько-то тонн загрязнителей, сохранилась такая-то лесистость, запасы леса, наблюдаются уловы рыбы во столько-то тысяч центнеров и так далее. А что все это значит для экосистем и для человека — остается загадкой. Вообще, много это или мало? Говорят: «меньше», «больше», чем тогда-то. Ну и что? Каков критерий пользы оставшегося? Обычно он выражается в ресурсно-экономических показателях: исчезла рыба, не стало леса, истощилась почва — это принесло такие-то убытки. Тем не менее хотя и хуже, но живем. Насколько хуже в абсолютных показателях? Где край экологической пропасти или перед нами пологий склон в долину блистательного будущего? Какова обратимость наблюдаемых явлений?

Ориентировочно можно опереться на два эмпирических обобщения — экологические законы одного и десяти процентов (разд. 3.11). Как сказано в упомянутом разделе, для открытых, весьма динамичных многоуровневых природных образований числа 1 и 10, конечно, обозначают лишь общую количественную придержку. Реальные отклонения, видимо, могут быть на порядок меньше или в несколько раз больше. Все зависит от динамики системы: развивается ли она с ростом, стабильна или деградирует. Падающему достаточен минимальный толчок. При мощном росте необходимо погасить его инерцию.

Для оценки текущего момента доступно пользоваться интегрально-индикационными показателями. Однако и такой шкалы не существует. Нет

универсального гео- или биоиндикатора ни качества среды жизни, ни состояния той или другой экосистемы — биогеоценоза. Впрочем, это научное упущение касается только универсальности показателей, а не самого их наличия. Еще в книгах «Насекомоядные и грызуны верхней Лены» и «Птицы и млекопитающие южной тайги Средней Сибири»¹ я пытался наметить биоиндикаторы из мира животных, а геоботаническая биоиндикация — значительный раздел современной науки. Однако эти индикаторы, как правило, отличают одно сообщество от другого, но не отражают качества среды в нем. Да и сам такой показатель может относиться лишь к конкретным видам, ибо экологические потребности каждого из них индивидуальны. Другое дело — сукцессионные ряды в рамках крупных экосистем. Степень их завершенности, потенциальной возможности достижения климаксовой фазы развития или наличие ограничений, не допускающих такой завершенности, — важный показатель общего качества среды. Узловые сообщества, параклимаксы, длительно- и кратковременнопроизводные сообщества как реально конечные фазы сукцессии в данном конкретном месте указывают на степень воздействия человека на биотические образования. Но, к сожалению, лишь на напряженность этого воздействия, но не на суммарный экологический результат. Имеется одномоментная картина, но каков будет следующий кадр сукцессионных изменений, станет ли экосистема деградировать (например, лес переходит в луг или в тундру, а то и в пустыню) или самовосстанавливаться, эта картина не в состоянии показать. Необходим анализ динамических процессов. Он возможен лишь при очень крупном масштабе исследований, наличии подробной карты биотических сообществ и их элементов.

Устойчивое исчезновение части видового состава, а иногда и всего лишь одного вида из состава биоты сообщества говорит о его серьезных перестройках. В особенности если это исчезновение не связано с прямым преследованием или переэксплуатацией — перепромыслом, фактором беспокойства и так далее. Фоновые перемены говорят о крупномасштабном изменении среды. Их можно подметить лишь на особо охраняемых территориях — эталонах природы, причем на их статистически сравнимом ряде (хотя бы при трехкратной повторности). В связи с этим ясна индикаторно-мониторинговая важность заповедников, особенно так называемых биосферных. Пока действенной, глубоко продуманной, достаточной их сети, не говоря уже о системе, нет (см. также главу 5), сравнительно-экономический анализ не производится. Поэтому научное, а следовательно, и прикладное значение ныне существующих особо охраняемых природных территорий для определения состояния среды жизни пока невелико. Потенциал информации, а потому и знаний, которые могут быть ими обеспечены, явно недоиспользуются. Очевидно, наши интеллектуальные усилия² в этой области пока не увенчались успехом. Предложенные нами модели были восприняты лишь как отвлеченная теоретическая схема, а не как алгоритм практических действий.

Если исходить из понимания экологии (мегаэкологии) как комплексной науки, исследующей и социально-экономическую среду жизни человека (что вполне оправдано), тогда за «универсальный» индикатор качества среды и благоприятности условий существования человека можно

¹ Реймерс Н. Ф., Воронов Г. А. Насекомоядные и грызуны верхней Лены. Иркутск: Иркутское кн. изд-во, 1963. 191 с.; Реймерс Н. Ф. Птицы и млекопитающие южной тайги Средней Сибири. М.-Л.: Наука, 1966. 420 с.

² Реймерс Н. Ф., Штильмарк Ф. Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 295 с.

принять среднюю вероятную предстоящую продолжительность его жизни и уровень заболеваемости. Для множества болезней едва ли можно сформулировать единый норматив. Формулировка «практически здоров» безразмерна. Даже уровень инвалидности — недостаточный критерий. Переписи инвалидов у нас в стране не проводились. Кроме того, многие становятся инвалидами от трудового и бытового травматизма, что говорит о качестве жизни людей, но не о внешней среде их обитания. Сам критерий инвалидности очень расплывчат. Средняя вероятная продолжительность жизни — более конкретный и доступный показатель. Но и для нее хорошо бы иметь норматив. Видимо, усредненным биологическим видовым показателем для человека-европеоида будет неоднократно упоминавшаяся нами продолжительность жизни в 89 ± 5 лет. Отдельные расы и народы как-то генетически отличаются друг от друга по средней продолжительности жизни, но это нормальное отличие пока за рамками известного.

Итак, экологическую оценку можно дать в виде констатации наблюдаемых процессов, в которой всегда присутствуют эмоциональные, субъективные элементы, в виде сравнения с нормативами законов 1 и 10 процентов и в форме отклонения реально наблюдаемой смертности населения от теоретически предельного стандартизированного показателя. Описание также должно основываться на какой-то классификации, базирующейся на едином критерии. Предполагается использовать показатели темпов самовосстановления природных систем (если самовосстановление возможно) и качественно-количественного состояния биомассы и биологической продуктивности этих систем. При этом можно выделить следующие градации: 1) естественное состояние — наблюдается лишь фоновое антропогенное воздействие, биомасса максимальна, биологическая продуктивность минимальна; 2) равновесное состояние — скорость восстановительных процессов выше или равна темпу нарушений, биологическая продуктивность больше естественной¹, биомасса начинает снижаться; 3) кризисное состояние — антропогенные нарушения превышают по скорости естественновосстановительные процессы, но сохраняется естественный характер экосистем, биомасса снижена, биологическая продуктивность резко повышена; 4) критическое состояние — обратимая замена прежде существовавших экологических систем под антропогенным воздействием на менее продуктивные (частичное опустынивание), биомасса мала и как правило снижается; 5) катастрофическое состояние — труднообратимый процесс закрепления малопродуктивных экосистем (сильное опустынивание), биомасса и биологическая продуктивность минимальны; 6) состояние коллапса — необратимая утеря биологической продуктивности, биомасса стремится к нулю.

Помимо природно-экологической классификации угасания природы необходима медико-социальная шкала, так как населенные места не могут быть охвачены такой классификацией. То здесь, то там люди требуют объявить их город или регион зоной экологического бедствия, экологической катастрофы и т. д. По-человечески их понять можно и поддержать необходимо, но более целесообразны объективные критерии. Иначе трудно понять, где положение бедственнее или катастрофичнее. Предлагаются следующие четыре градации, учитывающие только что изложенную классификацию состояний природы.

1. Благополучная ситуация — происходит устойчивый рост продолжительности жизни, заболеваемость снижается.

¹ Повышение биологической продуктивности может быть замаскировано промыслом или деструкцией живого от загрязнения.

2. Зона напряженной экологической ситуации (экологически проблемная зона): ареал, в пределах которого наблюдается переход состояния природы от кризисного к критическому, и территория, где отдельные показатели здоровья населения (заболеваемость детей, взрослых, чисто психических отклонений и т. п.) достоверно выше нормы, существующей в аналогичных местах страны, не подвергающихся выраженному антропогенному воздействию данного типа, но это не приводит к заметным и статистически достоверным изменениям продолжительности жизни населения и более ранней инвалидности людей, профессионально не связанных с источником воздействия. Учитывать необходимо различные группы населения — коренного, мигрантов и т. п.¹

3. Зона экологического бедствия: ареал, в пределах которого наблюдается переход от критического состояния природы к катастрофическому и территория, в пределах которой в результате антропогенного (реже природного) воздействия невозможно социально-экономически оправданное (традиционное или научно рекомендованное) хозяйство; показатели здоровья населения (преднатальная, детская смертность, заболеваемость детей и взрослых, психические отклонения и т. п.), частота и скорость наступления инвалидности достоверно выше, а продолжительность жизни людей заметно и статистически достоверно ниже, чем на аналогичных территориях, не подвергшихся подобным воздействиям или бывших в том же ареале до констатации рассматриваемых воздействий. Сопряженные изменения в показателях здоровья и смертности населения должны быть выше, чем естественно наблюдаемые колебания в пределах существующей в данном или аналогичном регионе нормы (сейчас или в прошлом).

4. Зона экологической катастрофы: переход состояния природы от катастрофической фазы к коллапсу, что делает территорию непригодной для жизни человека (например, некоторые районы Приаралья и Сахеля); возникший в результате природных или антропогенных явлений ареал, смертельно опасный для постоянной жизни людей (они могут там находиться лишь короткое время), например, зона Чернобыльской катастрофы; ареал разрушительной природной катастрофы, например, мощного землетрясения, цунами и т. п. Еще раз необходимо напомнить о возможности и предпочтительности расчетных показателей. Целесообразно выделение зон потенциально напряженной экологической ситуации, экологического бедствия и такой же катастрофы.

Исходя из всех приведенных критериев, попытаемся оценить экологическое положение в бывшем СССР и его воздействие на экосистемы мира. При этом из-за явной скудности фактического материала предпочтение отдается вышеприведенной природной классификации. Остальные параметры использованы по мере возможности.

Начнем с окружающих нашу страну акваторий, внутренних морей и озер. Протяженность морского побережья страны свыше 50 тыс. км. На нем расположено примерно 200 морских портов и портпунктов с грузовым оборотом 500 млн т в год, свыше 15 тыс. действующих морских нефтегазоскважин. К морским портам приписано более 15 тыс. плавсредств различного типа².

¹ В этом и в остальных случаях показатели здоровья населения могут быть как натуральными, так и расчетными. При этом последним следует отдавать предпочтение: нельзя из людей делать подопытных кроликов. Расчетные показатели полезны для предотвращения дальнейшего ухудшения здоровья населения.

² Данные взяты из доклада «Состояние природной среды в СССР в 1988 году». ВИНТИ, 1989. М.: Лесн. пром-сть, 1990. 173 с. Дополнительные сведения почерпнуты из советской и иностранной литературы.

Моря в наше время превратились в сточную яму, в которую по рекам — сточным канавам суши и из атмосферы поступают загрязняющие вещества. Международные воды загрязняют многие государства. Долю каждого из них определить довольно трудно.

Балтийское море омывает берега 7 стран. Со стороны СССР поступает много фосфора, хлорорганических пестицидов, фенола и особенно тяжелых металлов. Очень велики бытовые стоки городов и сбросы целлюлозно-бумажной промышленности (в том числе через Ладожское озеро стоки финских предприятий). В донных отложениях моря накапливаются цинк и свинец (среднее содержание свинца в литосфере Земли 16 мг/кг, в отложениях Балтики и Северного моря его не менее чем в 10 раз больше). Постепенно растет концентрация долгоживущих радионуклидов стронция-20 и цезия-137, что характерно для всех морей Атлантики. С глубины 80 м (скачка плотности вод) наблюдается скопление сероводорода (по временам с нагоном вод из Атлантики и их перемешиванием его концентрация падает). В целом Балтийское море находится в равновесном состоянии с приближением к кризисному. Невская губа уже в кризисном состоянии с тенденцией перехода в критическое. Другие прилегающие к СССР акватории Балтийского моря также близки к кризисному состоянию. Это подтверждается неблагоприятием популяций балтийской нерпы. Естественный круговорот веществ в море нарушен с приближением к запрету закона 10%. Открытые районы моря загрязнены химическими веществами нередко в размере 2 ПДК. Дальнейшее увеличение концентрации нефти на поверхности водоема в совокупности с термическим загрязнением вод может опасно изменить их энергетику. Самоочищающая способность вод у моря сохраняется.

О состоянии Белого моря известно очень мало. Оно загрязнено нефтью (1,5—2 ПДК), фенолами, другими продуктами лесохозяйственного комплекса (особенно Онежский и Двинский заливы). Наблюдается заметная деградация бентоса. Известны факты опасного военного демпинга. По экспертным оценкам, состояние моря близко к кризисному, а местами и критическому, быть может даже катастрофическому.

Загрязненность Баренцева моря достигла 1 ПДК по нефтепродуктам и 7 ПДК по фенолам, особенно вблизи городов и портов. Состояние биологических ресурсов резко ухудшилось. Их использование далеко превысило закон 10%. Практически исчезли в результате перевылова треска и даже мойва — объект питания трески. Акватория моря довольно сильно загрязнена радиоактивными веществами, в том числе попадающими сюда с Новой Земли и даже с течением Гольфстрим от ирландских источников. Состояние экосистем моря кризисно-критическое, местами даже катастрофическое.

Экологическое состояние остальных морей Северного Ледовитого океана значительно лучше (не ясна радиологическая ситуация в Карском море) и может быть в целом оценено как равновесное или даже естественное. Однако постепенно в устьях крупнейших рек Сибири образуются менее благополучные участки, требующие пристального внимания.

Акватория Тихого океана у Камчатки местами сильно загрязнена (Камчатский залив и Авачинская бухта: нефтепродукты — 4—6 ПДК, фенолы и поверхностно-активные вещества — около 1 ПДК). В свое время был допущен значительный перевылов рыб и подрыв популяции морского зверя. Сейчас происходит медленное восстановление запасов. В целом состояние акватории равновесное.

Охотское море сильно загрязнено на севере и на юге (в прибрежных районах на севере бассейна нефтепродукты — 6 ПДК, в открытом море — 2

ПДК; на юге нефтяное загрязнение выше, велико количество тяжелых металлов). Довольно сильно подорваны рыбные запасы, ныне восстанавливающиеся, что свидетельствует о равновесности экосистем моря.

Приблизительно таково же состояние прилегающей к СССР части Японского моря. Количество нефтепродуктов, фенолов и аммонийного азота в этом районе не превышает 1—3 ПДК. Наиболее загрязнены районы Находки и Владивостока. Рыбные ресурсы многих промысловых видов (сайры и др.) резко подорваны (в том числе и в прилегающих участках юга Охотского моря, а также Тихого океана). Истощены ресурсы дальневосточных крабов. Местами сильно деградировал бентос в целом. Общее состояние моря равновесное, но местами кризисное.

Состояние Черного моря большинством экспертов оценивается как критическое. Перехват твердого стока в море плотинами на реках привел к перманентному разрушению береговой линии. Местами она отступает в глубь суши на 1 м в год. Известна неравновесность берега моря у Пицунды. Поверхностное загрязнение нефтяной пленкой достигает более 2% от площади экономической зоны СССР (в январе 1988 г. 2653 км² из примерно 200 тыс. км²). В пригородных акваториях высоки концентрации фенолов (до 52 ПДК) и поверхностно-активных веществ (до 32 ПДК). Более 90% объема Черного моря естественно заражено сероводородом. Безжизненная зона начинается с глубин около 80 м; скорость наблюдающегося подъема верхней границы сероводородной зоны с 1935—1985 гг. увеличилась в 67 раз — с 3 см до 2 м в год. Были случаи выклинивания сероводородной толщи до 10 м от поверхности моря. Воды, очевидно, потеряли способность к самоочищению. Прогноз очень тревожный: подъем сероводорода к поверхности сделает все Причерноморье малопригодным для жизни¹. Это может случиться в ближайшие десятилетия.

Многочисленные плотины на реках, впадающих в Азовское море, практически лишили нерестилищ осетровые рыбы. Суммарный годовой сток рек (сейчас около 31 км³ в год) определяет переход к низкой продуктивности экосистем моря, т. е. их состояние критическое. Есть угроза полной потери азовских осетровых. Азовская хамса также не имеет перспектив для роста. Биомасса необходимого для ее питания зоопланктона (160—250 мг/м³) сейчас ниже требуемой (400 мг/м³). С 1950-х гг. уловы рыбы в Азове сократились почти в 5 раз. Экосистемы моря разбалансированы. Происходило его осолонение, но затем с увеличением водности бассейна положение улучшилось. Однако самоочистительной способностью воды Азова, как и Черного моря, видимо, уже не обладают. Возможен переход от критического к катастрофическому состоянию акватории.

Каспийское море находится в глубоко кризисном экологическом состоянии. Обусловлено это зарегулированием и загрязнением Волги и других рек бассейна, нефтепромыслами и другими промышленными объектами и сельскохозяйственными стоками. Тенденция развития процессов — в сторону критического состояния. Залив Кара-Богаз-Гол в прежнем состоянии, видимо, в ближайшие десятилетия невосстановим. Пока увеличение водности рек бассейна, особенно Волги, и рост уровня моря несколько снижают темпы неблагоприятных процессов. При смене климатических тенденций, если не будут предприняты самые решительные меры по очистке речных вод, Каспий очень быстро исчерпает возможности самоочищения вод и его экосистемы разрушатся. В северной части бассейна положение особенно неустойчиво. Процесс деструкции идет даже вопреки

¹ Некоторые авторы оспаривают сказанное здесь, полагая, что толщина сероводородного слоя не претерпела изменения.

увеличению водности бассейна Волги. Особенно это заметно на рыбе. Ее уловы с 1956 г. по 1988 г. в целом упали с 280,5 тыс. т до 76,7 тыс. т. При этом вылов леща сократился в 4,5 раза, воблы в 8 раз, сельди в 16 раз, судака в 24 раза. Площадь нерестилищ осетровых уменьшилась с 3600 га до 450 га. Заболевание рыбы миопатией (расслоением мышц и ослаблением оболочки икры) угрожает полным обезрыблением бассейна.

Аральское море перестало существовать в изначальном виде. Его состояние катастрофическое, с переходом к экологическому коллапсу. Перехват стока Амударьи и Сырдарьи в 8 раз превысил закон 10% и примерно в 20 раз рыбохозяйственные нормативы. Энергетика региона изменяется за пределы действия закона 1%. Ожидаются крупные геофизические аномалии и сейсмические катастрофы, так как изменяется распределение давления водных масс на литосферу региона. Потеряно 40 тыс. т ценной рыбной продукции в год, но главное, нарушен экологический баланс (в прудовых хозяйствах бассейна Арала в 1988 г. было выловлено 25,8 тыс. т малоценной рыбы). Для восстановления моря приток вод в него должен составлять около 80 км³/год до 2010 года и после этого срока примерно 50—55 км³/год. Директивный вариант предусматривает сток в 1990 г. 8,7 км³, в 2000 г. — 15—17 км³ и с 2005 по 2010 год — 20—21 км³/год, т. е. обеспечивает для бассейна Арала экологический коллапс.

Восстановить экосистемы Арала уже невозможно. Для поддержания гидрологического режима его бассейна необходимо провести и осуществить экологическое планирование территории с заменой водоемких культур менее водоемкими (хлопка — искусственным волокном). Если за 3—5 лет эта акция проведена не будет, следует ожидать деструкции всей геосистемы Приаралья. Она может произойти даже вопреки общему увеличению водности в Средне-Центральноазиатском регионе, улучшающему состояние Иссык-Куля и других озер Средней Азии и Монголии.

Равновесное состояние Байкала, несмотря на принимаемые меры, все больше угрожает перейти в экологический кризис. Для улучшения ситуации необходимо увеличение природоохранных ассигнований примерно в 10 раз.

Ладожское озеро уже в кризисном состоянии, угрожающем перейти в критическое. Поступление в его воды почти всех классов загрязняющих веществ намного превышает допустимые нормы. Происходит быстрая эвтрофикация. Местами экосистемы озера деградируют.

Несколько лучше положение Онежского озера, загрязненного органикой и нефтепродуктами. Состояние озера может быть оценено как равновесное с переходом к кризисному. Поскольку эти озера пресноводные и когда-то обладали весьма чистой водой, их потеря может рассматриваться как ущерб всемирному достоянию человечества, т. е. выходит за рамки лишь общегосударственных экологических проблем. Международной становится и проблема Аральского моря-озера, хотя оно находится внутри территории СССР — региональный разлад грозит изменить весь геофизический и экологический режим прилегающих горных стран, а потому водный сток в пределах соседних государств.

Международное значение имеет и состояние внутренних, а отчасти и прибрежных морей всех окружающих бывший СССР океанов. С улучшением экологической ситуации в странах, прилегающих к этим морям или пользующихся их экосистемами за пределами экономических зон, страны бывшего СССР будут оказываться во все более неблагоприятном политическом и экономическом положении как загрязнители акваторий. Едва ли можно ожидать, что в ближайшие 10—15 лет не будут введены международные платы и штрафы за сверхнормативное загрязнение океанических

вод. Если это случится, все эти страны окажутся в неприятной экономической ситуации.

Если океанические геосистемы в целом находятся еще в равновесном состоянии, то этого нельзя сказать о таких же системах суши. Они в своей совокупности оказываются в кризисном состоянии, переходящем в критическое.

Чисто зрительно положение на территории нашей страны довольно благоприятно. По данным спутниковой съемки, 33,6% площади государства не населено и не имеет явных следов присутствия человека — населенных мест и даже признаков жизни (выше процент, если не считать Антарктиду, только в Северной Америке — 37,5, а за СССР следует Австралия и Океания — 27,9%, Африка — 27,5, Южная Америка — 20,8, Азия — 13,3 и Европа — 2,8%; разд. 6.1). Однако в этот процент входят высокогорья, Крайний Север и пустыни. Отсутствие жилья еще не означает благополучия экосистем, а иногда и геосистем высокого порядка. Кроме того, средние числа, как правило, ни о чем не говорят, так как усредненное благополучное состояние природы, скажем, Красноярского края вовсе не означает, что в Норильске, Красноярске и других городах прекрасные естественные условия для жизни людей. Однако в целом все же регионы страны характеризовать доступно.

Крайний Север кажется благополучным из-за малой населенности. Однако это не так. Уже к концу 30-х гг. в регионе произошло резкое замутнение атмосферы, а в последнее время наблюдается антропогенная деградация тундр. Среди 290 ареалов неблагоприятных экологических ситуаций, охватывающих около 3,7 млн км², или 16% территории страны, несколько крупнейших расположены на Севере. Это Кольский полуостров, Новая Земля, Ямало-Ненецкий национальный округ, район Норильска — Дудинки, да фактически все места, где развита промышленность и даже ведутся интенсивные геологоразведочные работы.

В районе Норильска леса деградировали на площади 545 тыс. га. Воздух города в 1988 г. был максимально загрязнен хлором — 5 ПДК, двуокисью азота — 15 ПДК, сернистым ангидридом — 20 ПДК и окисью азота — 36 ПДК. По загрязнению Норильск занимает одно из первых мест в стране. В число городов-рекордсменов по превышению ПДК вредных веществ входит Архангельск — более 50 ПДК.

Ресурсная основа жизни северных народов резко подорвана, наблюдается сокращение продолжительности жизни людей. Местами аборигены имеют показатель вероятной продолжительности жизни на уровне 40—45 лет. Пришлось население статистически благополучнее, но синдром полярного напряжения и другие специфические «заболевания севера» превращают его в мясорубку. Больные уезжают «на материк», ухудшая демографические показатели в других регионах страны. Экосистемы Севера уже нельзя отнести к естественным, а местами и к равновесным. Они постепенно переходят в кризисное состояние. Вокруг крупных промышленных центров оно может быть оценено как критическое и даже кризисное.

✓ Таежная полоса имеет важное глобально-экологическое значение как продуцент кислорода и аккумулятор углекислого газа. Здесь формируется и резервуар метана, других малых атмосферных примесей. Хотя, по оценкам, продуктивность таежных экосистем в четыре раза ниже, чем тропических лесов, нет уверенности, что именно тропические, а не таежные экосистемы играют доминирующую роль в круговороте углерода на планете (конечно, вместе, с гео- и экосистемами Мирового океана). Естественные (климаксовые) леса в таежной полосе почти не сохранились. Местами есть

небольшие участки в фазе сукцессионного климакса, но они настолько малы, что ими можно пренебречь. Больше массивов узловой квазиклимаксовой растительности, составляющей равновесное единство с природно-антропогенным режимом местности. Это уже само по себе — показатель экологического кризиса. Вырубка лесов, их гибель от пожаров идет значительно интенсивнее восстановления лесной растительности. Постепенно исчезают темнохвойные леса. Расчетные лесосеки, регулярно перерубаемые, экологически мало приемлемый норматив, так как он не учитывает средообразующую роль лесных насаждений, их экологическую, а не хозяйственную спелость. Видимо, перерубы и другие нарушения лесов достигают нескольких раз по отношению к допустимым, если стремиться к сохранению экологического статус-кво.

В таежной полосе возникли пятна аazonальной пустыни. Они имеются в Забайкалье и даже на северном Сахалине. Еще более распространено образование «экологической пустыни» — уничтожение природных ресурсов в размерах, превышающих рациональный уровень дальнейшего использования местного природно-ресурсного потенциала. Такие пятна возникают в Западной Сибири. Есть они и в других регионах Сибири и Дальнего Востока.

Нельзя однозначно сказать, что таежную полосу следует сохранять в естественном состоянии. Хозяйственные нужды требуют ее определенного преобразования в интересах людей. Однако региональных планов экоразвития нет. Территориальные комплексные схемы охраны природы (ТерКСОПы) очень приблизительны и не основываются на глубоких проработках. Среда жизни для людей, включая в это понятие и социально-экономические составляющие, в таежной полосе мало благоприятна. В результате средняя продолжительность жизни в Иркутской области около 53 лет, а в Горном Алтае этот показатель для местного населения 47 лет. Экологическая деструкция тайги отнюдь не какой-то неизбежный процесс. При разумном хозяйствовании ее можно предотвратить без значительных капиталовложений.

Хуже положение с реками таежной зоны. Большинство из крупных водотоков либо потеряли способность к самоочищению, либо близки к этому. Загрязнители транзитом уходят в океан. Реки завалены топляком. В ряде мест недопустимо возросла концентрация тяжелых металлов, фенолов и других токсичных веществ. Экосистемы таежных рек близки к кризису, а местами находятся в критическом состоянии. Загрязнение рек Уфы и Белой диоксидами в районе города Уфы катастрофично и очень опасно для здоровья и жизни населения. Оно таит большую угрозу для следующих поколений.

Промышленные центры таежной зоны, даже относительно небольшие, из-за особенностей климата очень неблагоприятны для жизни. Градостроительство шло и продолжает идти без учета экологических требований, фактически хаотично. Смог различного типа весьма характерен для городов. Его усугубляют такие объекты, как Красноярская ГЭС, вызвавшая туманы далеко за пределами нижнего бьефа плотины из-за незамерзания Енисея.

На Урале, в Кузбассе, местами в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке экологические условия жизни в городах угрожают здоровью населения. Среди 68 городов бывшего СССР с крайне неблагоприятной экологической обстановкой около одной трети — города таежной полосы, в том числе все крупнейшие промышленные центры Урала, Сибири и Дальнего Востока. Везде в них недопустимо высоко содержание бензопирена, формальдегида, пыли или сажи и других вредных веществ.

К сожалению, экологически нерациональное строительство не только продолжает ухудшать положение, но и грозит лишить таежную ландшафтную полосу лучших мест для рекреации. В частности, такую угрозу представляет проект строительства Катунской ГЭС: будут потеряны лучшие курортные места Алтая (не говоря уже о длинной цепи других опасных экологических последствий такого строительства).

Подтаежные, широколиственные лесные, лесостепные и степные пространства страны в их преобразовании далеко зашли за ограничения I и II процентов. Уровень распашки во многих регионах намного выше оптимальных 40% и даже допустимого лимита 60% площади. Он местами достигает 70 и даже 80% территории. Распашка экологически не оптимизирована, как и вся агротехника. Идет быстрая эрозия почв, ущерб от которой все время растет и оценивается сейчас в 16 млрд р. Снижается запас гумуса — до 50% от изначального количества. Исчезают долинные леса. Нерациональная распашка ведет к усыханию и загрязнению водотоков. Усиливается опустынивание. В Калмыкии образовалась крупнейшая в Европе пустыня. Очень велики масштабы опустынивания в Казахстане и в Забайкалье. Перевыпас достиг катастрофических размеров. Этому способствует замена многовидовых форм животноводства монокультурой овцеводства, что совершенно недопустимо без сокращения численности отар (плотность популяций овец в 3 раза выше оптимальной). Общее состояние территории критическое, а местами катастрофическое. Повышена заболеваемость населения. Степень недоживания до указанного выше условного норматива все время колеблется в зависимости от социально-экономических факторов, но антропогенно-экологическая составляющая непрерывно растет, в том числе через ухудшение природных условий жизни.

Более одной пятой населения СССР живет в неблагоприятной антропогенно-экологической обстановке. В рассматриваемой ландшафтной полосе наиболее тяжелое положение в Донецко-Приднепровском регионе Украины и в Восточно-Казахстанской области. Все города с населением свыше 1 млн человек имеют недопустимо загрязненный воздух. Экологические системы всего юга европейской части бывшего СССР сильно деградировали под совокупным воздействием промышленных и сельскохозяйственных факторов. Местами исчезли амфибии, рептилии и большая часть видов птиц. Опустошенная природа негативно воздействует на психику людей (нет ящериц, жаворонков, многих насекомых и т. п.), вызывает дополнительные негативные стрессовые состояния.

Горные страны юга бывшего СССР и пустыни в обширных бассейнах замкнутого стока характеризуются либо вторично-равновесным состоянием экосистем в местах древнейших культур (часть Кавказа), либо кризисным их состоянием из-за перевыпаса и загрязнения воздушной и водной среды. Если фоновые концентрации загрязнителей в этом регионе несколько ниже, чем в европейской части страны, то локально в городах они очень высоки (например, в Кировокане зарегистрировано превышение ПДК загрязнителей в 50 раз). Всюду превышены лимиты 10% в использовании биологических ресурсов. Общие экологические условия жизни людей в Средней Азии и Казахстане столь неблагоприятны, что наблюдается очень высокая детская смертность и заболеваемость населения. Если в целом по стране практически здоровыми к 7 годам жизни остаются 23%, а в старших классах 14% детей, то в Средней Азии эти показатели практически равны нулю.

Состояние здоровья населения страны необходимо признать катастрофическим. За последние 25 лет поражение аллергическими заболеваниями

ми возросло в стране с 0,2 до 60% и к 2000 г., по прогнозам, достигнет 80—90%. Резко падает общий иммунный фон. За те же 25 лет среднее число лейкоцитов сократилось у людей с 5—6 тыс. на 1 мм³ до 3—4 тыс. Особенно резко неспецифическая сопротивляемость организма упала в загрязненных городах (по продолжительности течения болезней в 2—2,5 раза). Ежедневно по болезни в стране не выходит на работу около 4 млн человек, число заболеваний с временной утратой трудоспособности в 1988 г. возросло на 12,5%.

В свете изложенного официальные статистические данные о средней вероятности продолжительности жизни (69,5 лет в целом, 64,8 года — для мужчин и 73 года для женщин) кажутся мало вероятными. Столь же сомнительны данные о детской (младенческой) смертности, снизившейся с 1975 г. с 30,6 до 22,7 на 1000 родившихся. Санитарное состояние, здоровье родителей, особенно женщин (в Средней Азии тяжелая анемия наблюдается не менее чем у 70% рожениц, в Нечерноземье — у 50%), перманентный стресс, увеличившийся в результате низкой готовности к стихийным бедствиям, развившаяся после аварии на Чернобыльской АЭС радиophobia (это дало прирост не менее 1% стрессогенной заболеваемости), постоянный дефицит товаров, возрастание числа социальных и экологических беженцев, многие другие показатели (в частности, отсутствие грудного молока у половины родивших женщин) таковы, что публикуемые статистические данные едва ли можно считать достоверными.

В биологической и геоэкологической сферах территория бывшего СССР в целом все еще остается важнейшим фактором поддержания баланса газов атмосферы Земли, хотя запас экологической надежности близок к исчерпанию. Возрастающее загрязнение атмосферы над страной постепенно делается равным и даже намного большим, чем над развитыми государствами мира. Это превращает нашу страну в источник повышенной опасности для воздушной среды мира. В отношении радиации с чернобыльской аварией такое состояние стало фактом. Особенно нежелательно то, что в то время как в развитых странах переходят к новым средозащитным технологиям, в нашей стране относительно увеличивается уровень применения опасных веществ. Если на 1988 г. в СССР производство озоноразрушающих хлорфторуглеродов и галогенов составляло всего 9,5% (123 тыс. т) от мирового, то с переходом развитых стран на новые хладагенты этот процент будет расти.

Деструкция экологических систем Средней Азии, как уже сказано выше, не может не влиять на соседние природные системы высокой иерархии.

Водная среда вокруг бывшего СССР и в его пределах нарушена очень сильно. Водный дисбаланс грозит не только местными катастрофами, но, как упомянуто выше, и международными экологическими конфликтами. То же следует сказать и о загрязнении пограничных морей, особенно Балтийского, Черного и Каспийского.

Как всеобщее достояние человечества, теряемое из-за нерационального ведения хозяйства, можно рассматривать пресные воды Байкала и пока еще значительные рекреационные ресурсы Сибири и Дальнего Востока. Постепенное превращение в экономическую пустыню значительных просторов Севера, Западной и Средней Сибири, а также Дальнего Востока требует критической оценки.

Тревожно положение с почвами. Черноземы европейской части страны потеряли не менее 25% гумуса (как сказано выше, местами до 50%). Следствием этого вместе с другими причинами стал очень малый рост продукции растениеводства. Загрязнение воздуха и внесение сельскохозяйственных

химикатов привело к отравлению почв тяжелыми металлами (иногда сотни ПДК). Общее количество сельхозугодий на душу населения в 1988 г. составляло 2,11 га, пашни — 0,69 га, что вполне достаточно для обеспечения людей сельхозпродуктами. Однако продуктивность естественных угодий (6—6,5 ц/га сена) очень низка. Низка и урожайность полей. В целом социально-экологическая обстановка в стране делается все напряженнее.

Тысячи и тысячи людей готовы эмигрировать. Это превращает нашу страну в источник потенциальных социальных и социально-экологических конфликтов. Между тем освоенность территории бывшего СССР местами намного ниже, чем за его рубежами. Экологическая емкость страны далеко еще не исчерпана. При серьезной проработке экологических планов (экоразвития) и включения механизмов саморегуляции в системе «природа — человек» государство вполне могло бы выйти из состояния кризиса, в том числе экологического. Однако с каждым годом такая возможность уменьшается.

6.6 ПУТИ ВЫХОДА ИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА

Определить контуры схемы будущего развития всегда легче, чем разработать план действий и тем более создать программу этих действий с построением дерева целей. К сожалению, эта истина недостаточно усвоена в нашей стране, поэтому сразу идет разработка «программ» (в том числе экологических), которые при ближайшем рассмотрении оказываются сводом благих пожеланий, поставленных труднодостижимых целей и определенных малореальных сроков, не объединяемых в единую систему оценкой имеющихся материальных, трудовых и прочих возможностей. Все создаваемые в нашей стране «программы» невыполнимы потому, что они непрограммны. И составить их невозможно из-за отсутствия соответствующей научной и информационной базы, экономической и законодательно-юридической основы. Можно лишь наметить общие черты экоразвития в условно глобальном, региональном, локальном и точечном масштабах. Логически и по существу следовало бы начать с нижнего уровня иерархии, но для текстового описания удобнее обратный путь.

Начнем с экополитики. По словам В. И. Вернадского, человечество еще в конце прошлого века стало глобальной геологической силой. Доступные ему естественные ресурсы почти полностью вовлечены в хозяйственный оборот. Нередко наблюдается их переэксплуатация, что и является основой экологического кризиса. Товарный рынок стал общепланетным. В него так или иначе включены глобальные естественные ресурсы, хотя многие из них считаются всемирным нетоварным достоянием. Отсутствие формальной цены у солнечного света, воздуха атмосферы и морской воды не означает, что она нулевая. Это следует хотя бы из того, что для сохранения прозрачности атмосферы (от чего зависит интенсивность потока энергии, доходящего до поверхности Земли от Солнца), ее чистоты (стабильного газового состава) и качества морских вод уже требуются значительные усилия, а следовательно, трудовые и материально-денежные затраты. Они различны у разных стран, но мировое сообщество постепенно приходит к мысли, что Земля и ее ресурсы принадлежат всем планетянам — людям. И все естественные богатства так или иначе глобально распределяются между всеми, особенно экологические условия обитания. Лодка планеты одна на всех. Она мала и стала ненадежной под ударами техники, антропогенным давлением.

А если это все так, если дым и газовые выбросы над Европой или

Америкой аukaются смогом в Арктике и озоновыми дырами в Антарктиде, то сразу возникают многие запреты и логические вопросы. Один из запретов совершенно очевиден: атомная и любая другая широкомасштабная война при существующем экологическом напряжении безусловно станет губительной для человечества. Даже если она не приведет к одномоментной гибели, у человечества не будет достаточно средств для устранения возникших экологических угроз. Оно постепенно деградирует вкупе с разрушающейся природой.

Второй запрет также очевиден — опасное загрязнение, ведущее к глобальным последствиям, равно пагубно для того, кто допустил это загрязнение, как и для других. Не плюй в колодец...

Третье — так ли важны и нужны государственные границы «на замке», если экологически (а, кстати, и демографически) они не существуют? И можно ли получить какие-то преимущества, кроме, конечно, политических, изменив эти границы?¹ Мир превратился в сверхорганизм, пронизанный товарным рынком и экологической взаимозависимостью людей. В такой системе, как и в любом другом целостном образовании нет ничего лишнего, и чем больше ты стремишься что-то отнять у соседа, тем значительнее общие и твои собственные потери. Это показало послевоенное время. Победенные страны — Япония, Италия и Германия (в лице ФРГ) оказались в более выигрышном положении, чем многие страны — победительницы. Социально-экономически они выиграли войну прежде всего потому, что надолго выбыли из гонки вооружений. Теперь они легче смогут решить и экологические проблемы, так как имеют для этого больше средств и технических возможностей. Но к чему тогда были послевоенная гонка вооружений, все жертвы и потрясения войны? Бессмысленность их совершенно очевидна. И это не случайность, а общая закономерность. Эпоха «выгодности» войн позади.

Идеология конфронтаций неминуемо уходит в прошлое. Она запрещена экологически и невыгодна экономически. Всякое абсолютное политическое разделение мира — бессмыслица, поскольку мир — не пирог, а система, уподобившаяся нашему телу: куда не уколешь — всюду больно, и из любого места пойдет кровь. Это почувствуют все и каждый. Нет безболезненных участков. А отсюда лишь взаимодействие и взаимопомощь, а не конфронтация пригодны для общения и совместной жизни на планете. Групповой эгоизм уходит в прошлое. Однако это не значит, что какие-то группы должны жертвовать своим благополучием ради других, для «всех». Эта демагогия как раз и указывает на конфронтационное мышление. Именно через «групповой эгоизм» в кавычках проходит магистральный путь развития. Лучше мне — значит лучше и тебе, а не если тебе будет хуже, станет мне лучше. Ситуация как в организме. Печень не может быть «заинтересована» в уменьшении размеров сердца или желудка. И наоборот. Для всех органов есть предел оптимальности в верхнюю и нижнюю сторо-

¹ Эти утверждения не означают, что следует насильно разрушать какие-то границы или, наоборот, сохранять немногие еще существующие многонациональные и многоукладные империи. Происходящий системный процесс двойственен. С одной стороны, происходит консолидация сил с образованием суверенных национальных и культурно-этнических единств, а с другой, — объединение стран мира в конгломераты союзов. Дело в том, что существует три основных формы политического (как и любого другого) управления — популяционная (отдельные страны), популяционно-консорционная (коифедерация стран, иногда с выделением ведущей державы, но при сохранении полного суверенитета) и организменная (от федеративной до авторитарно-тоталитарной организации). Наиболее соответствует нынешнему историческому моменту консорционно-популяционная форма политического устройства мира. Поэтому стремление сохранить империи, как и самоизоляция стран от внешнего мира, — абсурдны.

ну. Хирургически можно лишиться части желудка или даже его нацело. Но это не «в интересах» других органов. Выигрышно лишь удаление больных тканей. Этого кардинального изменения нашего бытия многие до сих пор не осознали. Все еще кажется, что что-то можно получить за счет других. Локальные войны и внутренние потрясения нашего времени явно показывают ошибочность такого подхода. Войны несут лишь разрушения.

Конечно принцип «лучше тебе, значит лучше мне» осуществить непросто. Человеку свойственно тащить одеяло на себя. Национальные и государственные границы слишком долго объявлялись «священными», чтобы от них было легко отказаться под давлением эколого-экономических инноваций. К тому же разница в развитии экономики отдельных стран очень велика, поэтому просто так открывать границы иногда даже опасно. Это будет напоминать рухнувшую плотину на реке. Сначала необходимо уравнивать социально-экономические условия. И в этом заинтересованы все.

На современном этапе национальный сепаратизм, даже суверенитет малых образований, вплоть до кажущихся нелепыми отдельностей, единственный путь... объединения мира. Вновь напомним структуру органов тела. Если бы они не были «сепаратны», никогда не возникла бы особь. Аморфная масса клеток ее бы не дала. Физиологически органы тела «равны», но ни один из них не открывает свои «границы» иначе, как гуморально. Саморегуляция целого неизбежна, иначе оно не будет существовать. Лишнее исчезнет само собой. Таковы законы эволюции. Пределы развития в конечном итоге едины для всего мира. Имеются флуктуации, связанные с неравномерностью распределения природных ресурсов и социально-экономического развития. Если нельзя изменить обилие природных богатств на тех или иных территориях, то направление социально-экономического развития вполне управляемо. Решаемы и экологические проблемы. Однако нет ясного понимания того, как это делается.

Даже известные на сегодня способы улучшения экологического положения оказываются различными¹. Инженерная мысль предлагает одни рецепты, а научная — другие. За годы промышленного и технического развития глубоко въелось представление, что все экологические проблемы следует решать техническими методами и только ими — рытьем каналов, созданием космических городов и тому подобными инженерными ухищрениями. Между тем это только часть предстоящей деятельности. Возможно, даже не основная, а иногда и уводящая с верной дороги. Например, телевидение и видеосалоны привлекают людей к совсем не такой уж полезной форме рекреации. Конечно, было бы полным абсурдом отрицать эти достижения техники. Виноваты не они, а их передозировка. Но она, во-первых, возникла от технократического давления, и, во-вторых, отвлекает средства общества и сокращает вложения в другие формы рекреации, в том числе в элементарную физическую культуру (впрочем, тут большая часть вины ложится на неограниченное и абсурдное развитие элитарного спорта).

Власть технократов не так уже быстро переходит в руки синтетически мыслящих, высококультурных политиков. Смена вех развития — не момен-

¹ В природоохранной литературе существует точка зрения, что лишь всеохватная любовь к природе спасет мир. Утверждается, что якобы восточные религиозные и философские системы позволили сохранить природу этого региона. Едва ли эти утверждения заслуживают анализа. Они слишком далеки от реальности. Человек эгоцентричен, а его «любовь к природе» всегда корыстна, какими бы словами это не прикрывалось. Нет сомнения, что высота духа и культуры отдельных лиц такова, что их глазами «красота спасет мир». Но, увы, у голодного и даже малообеспеченного другой взгляд на окружающую его природу...

тальный процесс. К тому же она идет по-разному в каждой стране, в каждом регионе мира. У них неодинаковая степень экологического и социального благополучия, исторической зрелости. Многим странам и регионам для того, чтобы сознательно влиться в эколого-экономический организм мира, необходимо сначала отделиться, стать самостоятельными. Эпоха деколонизации еще не завершилась временем дробления всех великих империй и жестких союзов. Политическая власть по-прежнему доминирует над экономическими связями. Экологический императив до сих пор глубоко не осознан. Авторитет власти еще не подмят властью авторитета. Человечество пока остается в фазе Homo faber (человек деятельный) и не стало полностью разумным. Оно действует по шаблонам вчерашнего, а не завтрашнего дня.

Экологическая политика должна стать доминирующей во всей мировой политике, так как определяет возможности и пути выживания человечества в целом, всех и каждого. Сегодня же, с учетом всех путей инерционности развития, она очень медленно и неохотно поворачивается лицом к людям не как к обезличенным гражданам и трудовым ресурсам, а именно как к людям с их потребностями, горестями и радостями. И эта антропо-экологизация — знамение времени. Людям нет дела в каких «-измах» они живут. Их больше интересует личная свобода, обилие товаров, чистый воздух, прозрачная вода, лес для отдыха, бассейны для купания, благополучие в семье. Но сколь глубоко они бы ни понимали экологических ограничений развития, без механизмов, автоматически направляющих технику в сторону экономии ресурсов и малоотходности, а демографические процессы к отрицательному росту, глобальные проблемы не будут решены. Только саморегуляция может вывести человечество на путь благополучия. И тут огромное поле для деятельности экологической экономики (или, если угодно, экономической экологии) и экологической демографии.

Прогрессирующее мировоззрение, потребности общества требуют развития наук, ибо мировоззренческий лозунг еще не указывает путей его реализации. Кризисные же явления так глубоки и широки, что возникает сомнение — не разрушатся ли экосистемы планеты до того, как человечество естественным образом станет саморегулируемой системой. Да и можно ли пассивно смотреть на формирование механизмов саморегуляции? Она всегда идет самыми бесчеловечными, жестокими путями, поскольку этот природный механизм изначально лишен гуманности по самой своей сути, по определению. Совершенно очевидно, что едва ли человечество обойдется без попыток создать искусственный механизм управления, способствующий реализовать саморегуляцию наименее разрушительным способом. Это было бы крайне бесчеловечно по отношению к себе и своим собственным потомкам. Такая глобальная задача и формирует весь цикл социально-экологического знания. Она же разрешается в ходе современной экологической революции, переводящей постиндустриальное человеческое общество из научно-технической в научно-гуманистическую, экологизированную фазу.

Нехватка времени стала угрожающей. Первая фаза экологического кризиса была связана с техническим прогрессом тех стран, которые принято называть развитыми. Они начали борьбу с загрязнениями, проводят с горем пополам экологическую политику сохранения природы, в них стабилизировался рост народонаселения, даже иногда наступает спасительная депопуляция. Однако в то же самое время начался «вывоз загрязнений», будто от перемены мест слагаемых в глобальной системе жизнеобеспечения может измениться неблагоприятная сумма. Процветает и вывоз устаревших, а то и просто амбициозных технологий.

В то же самое время поднимается волна второй фазы глобального экологического кризиса, обуславливаемого индустриализацией стран «третьего мира». Они слишком бедны, чтобы обращать внимание на разрушение среды жизни и ее загрязнение. Вместе с тем численность их населения на порядок больше, чем была в развитых странах в период промышленной и научно-технической революции (только в Китае и на Индостанском полуострове обитает значительно больше 2 млрд человек). Удельное давление на среду жизни этого огромного населения в ходе индустриализации будет не намного отличаться от наблюдавшегося в прошлом в развитых странах, а может оказаться неизмеримо большим. Следовательно, общее воздействие на биосферу окажется почти на порядок выше, чем на первой фазе экологического кризиса. Нет никакой уверенности, что биосфера и экосфера планеты выдержат такое давление (хотя это не исключено и в это хотелось бы верить).

Научно-техническое развитие без надлежащей культуры вызывает опасность появления бандитской в своей основе идеологии захвата накопленных богатств. У безответственных людей оказывается в руках мощь оружия и возникают аппетиты на имущество близлежащих стран. Идея «экспроприации экспроприаторов» с легкостью победила в ходе свержения капитализма в нашей стране. Она в значительной мере обеспечила успех октябрьскому перевороту и породила многие псевдосоциалистические режимы. Она очень популистична, как показывают недавние события на Ближнем Востоке. Мировое сообщество еще не созрело для того, чтобы перенести непосредственную ответственность на руководителей государств. Региональные конфликты отвлекают внимание мирового сообщества от экологических нужд. Человечество теряет шанс на всеобщее выживание, решая частные, узкорегиональные проблемы. И не решать их оно не может: отдельные нарывы могут вызывать всеобщее заражение крови.

Война превратилась в тяжелейшее экологическое преступление, которое не приносит благ агрессору и угрожает всему человечеству. Любая война становится мировой в смысле воздействия на Земной шар. Эта новая ипостась войны еще окончательно не осознана. В период второго этапа экологического кризиса это должно стать достоянием не только всех политических умов, но и всех граждан планеты.

Наука, политика и идеология в данном случае идут рука об руку. Экология оказывается инструментом, формирующим мировоззрение экологического этапа развития общечеловеческой культуры. Такой вывод подтверждается сменой тональности обобщающих международных докладов об экологических проблемах. Достаточно сравнить «Земля только одна» (Барбара Уорд, Рене Дюбо. М.: Прогресс, 1975. 319 с.) и «Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию» (М.: Прогресс, 1989. 376 с.). Однако и в этих работах нет анализа того, с чем же, с какими экологическими структурами имеет дело человек и каким естественным законам подчиняется мир людей в мире природы.

Анализ законов развития или хотя бы их перечень приведен в главе 3. Сейчас целесообразно тезисно изложить основные позиции современной экополитики (в виде отдельного сжатого документа основы экополитики изложены в приложении). Как кажется, они следующие.

Прежде всего, нужна тщательная инвентаризация природных ресурсов, включая естественные условия жизни на Земле, в ее экосистемах по всей их иерархии. Глобальный банк натуральных данных ныне абсолютно необходим. Он должен включать как констатации количества и качества

ресурсов, так и динамику их изменения, реакции экосистем на антропогенное давление. Если несоблюдение принципа Ле Шателье — Брауна в биосфере Земли — реальность, значит человечество стоит перед краем пропасти или уже падает в нее. Мониторинг может указывать на скорость сползания к пропасти, но не пути спасения. Инвентаризация же должна обеспечивать обратную связь, ибо знать, откуда исходит угроза, значит быть готовым к ее отражению.

Одним из основных путей выживания человечества следует считать создание механизма превентивного сохранения природных ресурсов и условий на рыночной основе. Пока цена природных ресурсов и оценка ущербов от изменения среды жизни (тоже ресурсный фактор, но обычно выделяемый в особую категорию) определяются на базе различных подходов. Имеется ресурсный рынок, регулируемый национальными законами, мировыми конъюнктурами и региональными договоренностями. Продажа права на сэкономленное загрязнение происходит на государственном или локальном, даже точечном уровне. Международной практики подобного рода не существует. Нет и согласованных нормативов. И они едва ли возможны в условиях, когда научное и техническое развитие стран очень различно. Даже заключенные соглашения с обязательствами снижения трансграничного переноса загрязнений не могут быть выполнены, например, нашей страной ввиду ее тяжелого экономического состояния. Не удастся договориться и о значительном улучшении экологического положения мирового океана. Высокоразвитые страны не хотят делать вложения в общее дело, не получая от этого реального выигрыша. Сиюминутные интересы оказываются выше долговременных целей.

Подобная ситуация делается угрожающей. Не удастся выполнить второе важнейшее экологическое требование — привести темпы эксплуатации природных систем в равенство с интенсивностью самовосстановления этих систем. Природно-ресурсный потенциал должен быть равен или больше уровня изъятия ресурсов и темпов изменения среды жизни. Однако увеличивающееся опустынивание говорит об обратном. Антропогенные возмущения в биосфере выше ее способности к саморегуляции.

Следовательно, должны возникнуть глобальные нормативы и сложиться мировые цены на все природные ресурсы (и условия, включая загрязнения), мировой их рынок. Его регулирующим механизмом будет дифференциальная рента, уровень дефицитности и начальная цена, сложившаяся с учетом исторического прошлого человечества. Нулевой оценки природных ресурсов давно уже нет. Любая часть «организма» природы что-то стоит для человечества, хотя бы потому, что для всех желающих ресурсов уже нет.

Квоты изъятия ресурсов и изменений среды жизни, как правило, не установлены ни для стран, ни для их частей. К чему это может привести, показывает пример Сахеля и Приаралья, морей Северного Ледовитого океана в пределах России и отчасти Северного моря. Подобная трагедия скоро может произойти в Южной Америке, Китае и на Индостанском полуострове. С одной стороны, очень сложно договориться о квотах для государств, а с другой, использование ресурсов на своих территориях — внутреннее дело этих государств, в которое не имеет права вмешиваться международное сообщество. Оно может лишь следить за положением в мире — налаживать мониторинг.

Санкции в данном случае не могут быть сколько-нибудь эффективными. Если ситуация в стране тяжелая, она легче от международных санкций не станет. Нужен механизм поощрения. В международной практике наметились два позитивных направления, которые, надо надеяться, вы-

теснят негативный процесс «вывоза загрязнений», о котором говорилось выше. Первый механизм — обновление технологий отсталых стран за счет развитых с постепенной расплатой, т. е. техническое «кредитование» под экономические и экологические условия. Это стимулирует стремление к улучшению среды жизни. «Экологические» кредиты позволяют и странам, дающим эти кредиты, улучшить среду жизни в своих границах.

Второй путь, уже упоминавшийся в разделе 6.4, — выкуп долгов развивающихся стран за счет организаций развитых стран с условием консервации природных ресурсов стран-должников. Пока в этом направлении сделаны лишь первые шаги. Например, в Боливии был выкуплен ее долг в размере 650 тыс. долл. по цене 15 центов за доллар организацией Международная охрана (штаб-квартира в Вашингтоне) под обязательство правительства Боливии выделить 1,5 млн га тропического леса в качестве особо охраняемой территории (туда входит биосферный заповедник Бени и места проживания индейцев племени шиманов). Подобная же сделка была совершена в Коста-Рике, где за 1 млн долларов выкуплен долг в 5,4 млн долларов. Рынок долговых обязательств постепенно расширяется¹. Видимо, из-за явной неспособности многих стран выплатить долги последние пойдут под частичное финансирование охраны природы и станут побудительным механизмом согласия на квоты использования природных ресурсов.

Область, где необходимо ввести жесткие экономические санкции, — возмещение международному сообществу экологических ущербов, нанесенных развязанной войной. «Экологическая контрибуция» ныне стала эколого-политической неизбежностью. Ее реальная угроза может существенно умерить агрессивные намерения руководителей стран. И ООН должна неуклонно требовать выполнения обязательств стран и правительств перед миром. Эпоха экологической безответственности объективно уходит в прошлое.

В силу физического единства мира каждый его гражданин «владеет» определенной частью глобального природно-ресурсного потенциала. При высокой степени развития страны он может нацело использовать эту часть, а иногда и «брать займы» у граждан менее развитых государств. Так, расхожими стали утверждения, что США обеспечивает себя кислородом лишь на 60%, а страны Европы «съедают» атмосферные ресурсы, в несколько раз превышающие размер естественной компенсации, производимой на их территории. Это не значит, что развитие страны должны полностью выплачивать развивающимся образующуюся разницу доходов от эксплуатации природно-ресурсного потенциала мира: образуемый интеллектуальный задел и техническое развитие в конечном итоге становятся достоянием всего мира. И он тоже должен быть оплачен. Однако отсутствие всемирного фонда и банка сохранения природы оказывается равно опасным для всех землян. Без отчислений в такой фонд и кредитов упомянутого банка человечество не обойдется. Очевидно, они возникнут.

«Продажа загрязнений», вероятно, станет международной практикой. Столь же возможны будут «продажа чистоты» — потенциала аккумуляции загрязнений — и компенсация за поддержание экологического баланса. Она уже происходит в виде платы за рекреационные ресурсы из доходов от местного и международного туризма.

Конкретный механизм социально-экономической регуляции системы «природа — человек» требует скорейшей разработки. Он должен быть

¹ Page D. Debt-for-nature swams: fad or medic formula?//AMBIO. 1988. 17. №3. P. 243—244.

построен на взаимовыгодных для всех стран и народов основаниях. С учетом, естественно, интересов будущих поколений.

Очевидно, на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в 1992 г. (Рио-де-Жанейро) будет поставлен ряд вопросов экополитики. Едва ли они будут легко решены, но выработка политических и экономических механизмов сохранения природы ради спасения людей необходима и неизбежна. Иного пути нет.

Технологические экоподходы очень множественны. Остановимся на наиболее очевидных.

Это, прежде всего, интенсификация использования природных ресурсов при условии сохранения среды жизни и увеличения темпов экономического роста. Задача эта кажется сродни басенному «по шкурке, так и быть, возьмите». Но в большинстве случаев она выполнима. Один из путей — более полное извлечение минеральных ресурсов, например нефти, иногда теряемой в размере до 70%. То же касается сельхозресурсов. Экологическое планирование сельского хозяйства позволяет избежать экологического урона при повышении экономической отдачи. Эта задача легко решается в Средней Азии, если заменить неоправданную монокультуру хлопка (цена на низкосортный хлопок на мировом рынке очень низка) на другие культуры. Такой же процесс возможен и в лесном хозяйстве, где сейчас идет хищническая вырубка леса. Выборочное изъятие леса с помощью специальной техники, как показывает опыт Финляндии и др. развитых стран, может увеличить прирост древесины в полтора раза и сохранить лесную среду на десятки лет (разд. 4.5). В ряде мест страны производство сувениров и мелких изделий из древесины во много раз эффективнее вырубки леса на кругляк. Вообще во всех недостаточно развитых странах лесное хозяйство пока крайне нерационально — с пользой утилизируется не более одной десятой части объема вырубимой древесины.

В некоторых случаях природоохранным целям служит развитие рекреационного потенциала. На побережьях теплых морей бывшего СССР в настоящее время ежегодно отдыхает и лечится около 9,4 млн человек (25% общей численности рекреантов страны). Конечно, едва ли можно согласиться с мнением, что потенциал рекреации побережий равен 190 млн человек в зоне Каспийского, 150 млн — Азово-Черноморского, 60 млн — Балтийского и 17 млн — Японского морей¹. Однако, безусловно возможно многократное расширение рекреационных зон (разд. 4.8), а с ним и лучшая забота о природе.

Большие резервы заключены в массиве вторичных ресурсов. В Чехословакии, например, лом черных металлов используют на 90%, цветных — от 15 до 85, бумажные отходы на 50, отходы текстильного производства на 65, стекольного — свыше 30, пластмассового на 20 и резинового на 12% (в СССР эти показатели были в 2—3 раза ниже). Расходы энергии на переработку лома черных и цветных металлов намного меньше, чем из руды. Наша страна буквально завалена ржавеющим металлом. На побережьях морей, озер, вдоль рек лежат останки тысяч погибших или вышедших из строя кораблей, лодок и т. п. Города замусорены железным хламом. Даже в сельской местности многие тонны отслужившего металла приходятся на 1 га территории. На Севере валяются тысячи и тысячи отслуживших бочек. Бумагу и ее производные мы в основном сжигаем или гноим, тогда как уже сейчас в мире вторичная бумага составляет 1/3 всего производства (75 млн т бумаги в год рециклируется).

¹ Живицкий А. В. Социально-экономические проблемы рекреационного природопользования в морских бассейнах // Оптимизация использования, охраны и воспроизводства природных ресурсов на примере возобновленных их видов. М., 1986. С. 149—165.

Внутренний ресурсный круг, не вовлекающий природные запасы извне, из природы, невозможен, но в ряде случаев, он может занять ведущее место. Дело лишь за удешевлением использования вторичных ресурсов хотя бы на топливо. В США, например, собирают в год 220 млн т промышленных и бытовых отходов. Из них 209 млн т размещают на мусорных свалках и 11 млн т сжигают. Если бы сжигали весь мусор, оставалось бы около 90 млн т золы. А цена энергетической утилизации мусора была бы выше, чем складирования¹. Однако дефицит мест для устройства полигонов и «старые грехи», когда захоранивались опасные отходы в недопустимых местах (а таких точек тысячи), превращает индустрию переработки отходов в социально неизбежную отрасль хозяйства, хотя пока и малорентабельную.

Как сказано выше, у современного экологического кризиса есть два синдрома — слона в посудной лавке и кулиги саранчи на поле. Хозяйственные сверхгиганты и мириады мелких источников загрязнения нарушают среду жизни. Разумная достаточность в числе и размере предприятий совершенно необходима. Одновременно следует стремиться, чтобы изделия были по возможности миниатюрными, чтобы забирать минимум ресурсов. Оптимизация числа и размеров хозяйственных единиц и их продукции — еще один путь облегчения экологической ситуации. В очередной раз следует напомнить, что гигантизм — начало конца. Это общесистемный закон.

Экономия энергии и смена ее источников на водород и солнечные батареи неизбежны, хотя это произойдет не скоро — поколения энергоисточников заменяются не чаще, чем через 30—40 лет. Важно то, что эта смена будет идти по линии использования того тепла и света, которое поступает к Земле и рассеивается, а не того, что концентрируется и изымается из недр, т. е. по пути уменьшения, а не увеличения тепловой нагрузки. Иначе произойдет тепловой (или термодинамический) кризис, который фактически уже начался. Количество ГЭС, АЭС и ТЭС уже превысило предел разумной достаточности. Дальнейшее их развитие опасно, даже если удастся улавливать отходящие газы ТЭС и АЭС. Все эти энергоисточники добавляют много непродуктивного тепла в биосферу Земли. К тому же ГЭС, разрывая экологические цепи «река — водоем», ведут к непредсказуемым изменениям в экосистемах моря, усугубляемым подкислением мелководий кислотными дождями, радиоактивным распадом и выделением ядовитых веществ у дна океана от все еще продолжающегося демпинга опасных отходов.

Значительным управленческим моментом становится экологическая стандартизация и сертификация технологий, техники и продукции всего хозяйственного комплекса (разд. 6.4). Введение стандартов и сертификация должны производиться высокопрофессионально, так как они будут направлять банки, страховые компании, а следовательно, и всю экономическую жизнь в сторону экологизации.

Существенной отраслью в сфере воспроизводства природной среды выступает поддержание экологического равновесия. Это многозначный термин и понятие, но его общая суть в том, что необходимо сохранять определенное соотношение между количеством и качеством экологических компонентов — энергией, водой, воздухом, почво-субстратами, растениями, животными и микроорганизмами (глава 5). Иначе говоря, нельзя безнаказанно распахать весь мир, пагубно использовать сверхтяжелые сельскохозяйственные машины, делать открытые разрезы для добычи полезных ископаемых, в результате чего образуются воронки депрессии подземных

¹ Wallgren D. A. Sanitary landfills are forever//Waste Age. 1987. V. 18. №4. P. 234—236.

вод, охватывающие территорию в радиусе 150—200 км и т. п. Поддержание экологического баланса — огромная сфера науки и практики — сепортологии. Известны методы этого поддержания — компонентный и территориальный. Существует теория и практика оптимизации промыслов, сельского хозяйства и всего природопользования, метод эко- или геоэквивалентов, теория особо охраняемых территорий (заповедников, заказников, лесов специального назначения и т. п.). Общество неминуемо будет во все большей степени принимать на вооружение достижения сепортологии — иначе оно встретится с очень тяжелым кризисом экологического дисбаланса (дополнительные сведения см. в главе 5).

Будет продолжаться процесс экологизации в области биологии человека, социальной экологии и того раздела экологии, который называют эндоэкологией, т. е. экологией внутренней среды организма. Медицина перейдет на экологические рельсы. При этом она откажется от многих своих постулатов и в еще большей степени займется предотвращением заболеваний (у нас в стране санитарно-эпидемиологическая служба из рук вон плоха и экологически абсолютно безграмотна). Резко расширится рекреационный комплекс. Спортивное «гладиаторство» с выплатой огромных сумм в ближайшее время станет обычным, рутинным, а потому малопривлекательным зрелищем — оно достигло аномальных размеров.

В целом медленно, но верно комплекс воспроизводства человека становится существенным экономическим сектором, занимая все большую часть сферы услуг. Вместе с тем он нередко обесценивается транспортными затруднениями, переутомлением отдыхающих, низкой культурой обслуживания и антиэкологичностью самих курортных комплексов. Огромные скопления народа делают пляжи очень мало пригодными для отдыха и центрами антисанитарии. Необходима деконцентрация рекреации.

Серьезные изменения происходят в сельском хозяйстве. Необходимость отказаться от пестицидов уже осознана. Но как это сделать, никто не знает. Очевидно, борьба с вредителями будет осуществляться с помощью перекрытия экологических ниш, т. е. своеобразными биологическими методами вытеснения вредителей, превращением их в «друзей».

Применение минеральных удобрений также превысило порог разумной достаточности. Переход к биологическому, или экологическому, земледелию предопределен, но пока его сдерживает отсутствие специальных сортов растений. Кроме того, безусловно, резко будет расти площадь закрытого грунта и вообще условно закрытое пространство как земледельческой, так и животноводческой продукции. Возрастает роль аква- и ма-рикультуры.

В ходе сертификации и стандартизации технологий по экологическому принципу, такой же оценки всего экономического развития будут выбраны наиболее общественно выгодные пути прогресса. Поскольку экономика — наука об относительных процессах (цена — переменная величина, зависящая от многих параметров), а экология — наука об относительной пользе, но имеющей абсолютные рамки выживания человека и человечества, экологические лимиты все больше будут учитываться в экономических решениях. Доминанта социальной ценности жизни над ее экономической оценкой будет возрастать.

Порождать жизнь ради ее уничтожения явно неразумно. Демографическое планирование становится на повестку дня. Оно возможно лишь на базе социально-экономических компенсаций, изменения самой основы воспроизводства населения. Это уже происходит в развитых странах, имеющих низкий или отрицательный прирост населения. Его база — высочайшая социальная защищенность и материальная обеспеченность людей,

приемлемое качество жизни, высокая общая культура, чувство собственного достоинства и уважение прав человека, уверенность в своем завтрашнем дне и будущем немногочисленных потомков. Экологизация в этой области (впрочем, как и везде) неотрывна от повышения экономического благополучия, которое в свою очередь сейчас прямо связано с уровнем просвещения и образования. Наукоемкое производство требует высокой квалификации, профессионализма, чувства цели и ощущения ее достижимости. Еще раз повторим, что не масса ресурсов, а умелые руки и умные головы сейчас решающее условие успеха, хотя и важность наличия ресурсов не уменьшается. Чем больше стран будет достигать значительных успехов в экономике, тем относительно меньше будет расти население, и таким образом постепенно станет снижаться давление на среду. При этом производительность труда и его эффективность будут заменять прирост числа рабочих рук до равновесия, уровень которого будет непрерывно снижаться. Просвещенный народ не стремится к эффекту саранчи.

В 1978 г. лишь 45 правительств считали рост народонаселения в своих странах слишком высоким. Через 10 лет программы планирования семьи осуществляли 125 государств. Но эти программы оказались в основном малоэффективными, поскольку не были направлены на создание внутренних стимулов к сокращению рождаемости. По самым последним прогнозам, к 2025 г. на Земле будет 8,467 млрд человек. Однако этого же срока достаточно, чтобы от СПИДа и других новых заболеваний вымерло практически все человечество. Требуется решительная демографическая политика.

В ближайшем будущем практически на всех уровнях будут идти процессы экологической оптимизации, планирования, научной экспертизы проектов, отказа от экологически вредных производств и других хозяйственных начинаний, учета принципа разумной достаточности, поддержания экологического баланса, развития рекреации, экологизации медицины, увеличения объема сервиса, снятия стрессов повседневной жизни. Мир очень пестр. Где-то люди голодают и еще верят в силу амулетов и заговоров болезней, где-то озабочены хлебом насущным, почти везде политика еще занимает умы больше, чем завтрашний день Земли. Люди еще не научились жить в рамках дальней перспективы, если даже эта перспектива, как шагреновая кожа, сокращается зримо и неудержимо. Вера в «авось» пронизывает все. Но лишь до формирования культуры определенного уровня — материальной, социальной, экономической, экологической и так далее. Если бы люди направили военные расходы, абсолютно ненужные и бессмысленные, на развитие мира, они бы достигли значительных успехов. И это вопреки всему уже происходит. С трудом, но мир поворачивается лицом к человеку, его нуждам, здоровью и будущему.

Экологизация в нашей стране идет медленно. Переход к рынку еще более ее затормозит. Но без этого перехода вообще не было бы никаких надежд. Страна не имела иного будущего, кроме гибели. Причем не как политического объединения (оставшиеся две империи — советская и югославская — с треском разваливаются), а физической смерти. Достаточно сказать, что заметная локальная «озоновая дыра», помимо Антарктиды и Арктики, в Северном полушарии¹ регистрировалась и над Москвой и ее регионом, аллергические заболевания охватили большинство населения СССР, что уровень психического здоровья неуклонно и стремительно падает, стрессы перманентного дефицита стали притчей во языцех лишь

¹ В южном полушарии она появляется в районе Новой Зеландии, что объясняют выносом воздушных масс из тропиков.

социалистических стран, зрелища и монументы вместо хлеба — символом социализма.

Экологизация требует нормальных социально-экономических основ. У нас в стране их нет по основным пяти причинам:

— неоптимальности размеров экономических образований при низком уровне транспортного и информационного обеспечения (синдром динозавтра);

— неразберихи с собственностью (союзной, республиканской, местной, общественной, частной, кооперативной и Бог весть еще какой) и денежными единицами — синдром Вавилонской башни;

— отторженности производителя от результатов труда, которые уходят в песок бесхозяйственности, или наоборот, привязывания интеллектуальной собственности к ее носителю без возможности «внедрения» в жизнь (синдром тканевой несовместимости);

— низкой культуры управления (синдром булгаковского Шарикова) и, наконец;

— перегруженности милитаризованной страны бюрократическим и военно-прииудительным аппаратом, который фактически бесполезен (синдром тяжелых вериг и доспехов).

Очевидно, следует начать с оптимизации размеров, ибо в экологии, как и всюду, оптимизация начинается с себя, снизу. Своя рубашка ближе к телу, и ее размер не может быть больше и меньше, чем необходимо. Территориально-экономическая оптимизация неминуемо приведет к экологической оптимизации.

Собственности может быть лишь две — частная (личная) и коллективная (кооперативная, государственная и т. п.) как обобществленная частная (нет собственности вообще). Столь же унитарны и деньги как отражение социальной значимости (в том числе стоимости) чего бы то ни было. В этом смысле экологизация без решения проблемы собственности и денег невозможна.

Без повышения эффективности труда, а потому и экономики, не могут решаться экологические проблемы, потому что они всегда будут финансироваться по остаточному принципу. А этот остаток будет стремиться к нулю.

Шарикову из «Собачьего сердца» М. А. Булгакова никогда не понять смысла экологизации, сколько бы он о ней ни говорил. Нужен профессионализм и высокая культура, гибкость мысли и ее глубина.

Страна, закованная в кандалы военно-промышленного комплекса и структур подавления, не может двигаться вперед, в том числе и по пути экологизации. Конь экономики не вывезет и седока, и его идеологические вериги, одетые поверх стальных доспехов. Если в мире требуется прямая экологическая конверсия, то у нас в стране опосредованная, по цепочке: военное производство — гражданское производство — экологизация. Это путь длинный и противоречивый.

Если не будут сняты перечисленные синдромы и останется всеподавляющий стресс дефицита, страна постоянно будет находиться в состоянии психоза, истерической паники. Фактически она не жила ни года без карточек или иных форм директивного распределения, она не видела изобилия. А без него все подавляет страх — голода, болезней и т. д. Экологические движения у нас «пока» в основном проявляются в виде спонтанных бунтов, а не целенаправленной работы по улучшению среды жизни. Они разрушительны, а не созидательны, столь непрофессиональны, как все остальное, а потому легко поддаются на любые формы шантажа. (Заморозим без ТЭС! Останетесь без света без АЭС! Помрете от голода без БВК! и

и т. п.). Нужна же продуманная государственная экологическая политика, необходимы настоящее, а не квазипрограммы улучшения среды жизни.

А для всего этого требуется знание. В США — стране, которую едва ли можно заподозрить в легкомысленном разбрасывании денег, расходы на науку с 1972 по 1987 г. увеличились с 40,092 млрд до 132,4 млрд долларов, что на конечный год было в сумме выше, чем те же ассигнования в ФРГ, Франции Великобритании и Японии вместе взятых. При этом число ученых возросло лишь с 56 до 66 на 10 000 населения. Напомним, что в СССР в 1987 г. расходы на науку составили 32,8, а в 1989 г. — 43,6 млрд р., число научных работников в 1989 г. достигло 1522 тыс., т. е. примерно 53 человека на 10 000 населения, в том числе 47,4 тыс. докторов и 484,2 тыс. кандидатов наук. Причем 37% докторов наук были старше 61 года, следовательно, по финансированию и даже относительно числу ученых мы быстро отставали. Не могла не падать и эффективность труда ученых. Медицина и техника в США в науку не входят, профессиональный же состав наших ученых Госкомстат перестал публиковать много лет назад по причинам секретности и не возобновил этих публикаций до сих пор.

В результате 80% всех научных нововведений мира приходится на США. У нас же доминируют военные разработки (по разным данным, от 60 до 82%). Поэтому, хотя мы и тратим на науку 4,7% ВВП, а США до 10% ВВП, числа эти несопоставимы (с учетом размерности самого ВВП). На охрану среды в 1990 финансовом году США ассигновали 12,7 млрд долларов, что на 4,1 млрд долларов меньше, чем в 1989 г. Однако это лишь федеральный бюджет, доля которого обычно составляет менее половины всех выделяемых средств. ЭПА получило в 1990 г. 4,9 млрд долларов (на исследования проблем озона 79,1 млн, потепления климата 10,8 млн долларов). Капитальные вложения СССР на мероприятия по охране среды в 1989 г. были равны 3255 млн р., а общие затраты 12 млрд р. Соответствующие суммы в США (с учетом всех источников финансирования) едва ли не в 10 раз выше.

С переходом бывшего СССР к рынку ассигнования на экологические цели резко упадут, но лишь в той части, которая не приносит экономического дохода или заметного социального выигрыша. Расходы уйдут из пассива в актив, станут более рациональными. Например, в СССР при чудовищном расходе минеральных удобрений и отравлении ими земель органические удобрения, как правило, не доходят до поля, попадают в водоемы или в результате варварского их использования не повышают, а понижают урожай. При этом получение большого урожая не означает его сохранения (потери при хранении превышает 40, а по некоторым сведениям даже 60%). Велики и технологические потери — некоторые сахарные заводы у нас почти без модернизации существуют по 100 — 150 лет, нехватка их мощностей приводит к естественной убыли сахарности свеклы при хранении на 15—30%, а жидкие отходы превышают все нормативы. Индустрия использования отходов животноводства с «дозариванием» навоза может дать удобрения и биогаз (при этом процесс должен завершаться внесением удобрений в почву), а строительство новых современных малых сахарных заводов может одновременно снизить потерн сахара и сброс жидких отходов, пригодных для вторичной переработки. С формальной точки зрения это не расходы на охрану среды, но конечный эффект именно такой. Доминанта стремления получить как можно больший урожай и неумение сохранить его выходят за рамки логики. Недоступна понимание гибели того, что можно легко спасти и в чем нуждается общество.

Общих рецептов быстрого распутывания экологических узлов не суще-

ствуется. Возникшие проблемы конкретны и взаимосвязаны в индивидуальные образования, не повторяющиеся в других местах, хотя всюду они аналогичны (аналогия, как известно, обманчива, это не гомология). На каждый вопрос в конечном итоге можно найти ответ, но лишь путем детального анализа конкретных фактов и неспешной последовательности действий на основе глубокого знания. Неразрешимых проблем нет. Есть лишь ситуации, из которых мы не хотим выходить. Такое желание необходимо приобрести. Жизни достоин лишь тот, кто к ней стремится.

6.7. ОПТИМИСТИЧЕСКИЙ ПЕССИМИЗМ

Человечество стоит перед второй, более высокой волной экологического кризиса. Индустриальные слоны, вторгшиеся в посудную лавку биосферы, получают подкрепление от промышленной саранчи развивающихся стран. Видимо, уже началась деструкция природных систем, ожидавшаяся по срокам ранее, но все же наступающая. Люди, хотя и давно уже предупрежденные алармистами, не готовы к тотальной экологизации даже там, где для этого есть все предпосылки. Экологичное еще до конца не стало экономичным, а социальные выигрыши не уравнились по значению с примитивными доходами. Экологическая угроза осознана далеко еще не везде, а главное, не получила разрешения в позитивных программах широкого масштаба. Усиливается опустынивание, обезлесивание, до конца не решены проблемы подкисления осадков, смога, изменения климата, истощения озонового экрана, биологических ресурсов и многие другие.

Технократическое мышление затрудняет практическое решение многих экологических вопросов. В некоторых случаях вместо решительного действия предлагается лавина каких-то новых рецептов, хотя научного инструментария уже давно более чем достаточно. Отечественную литературу захлестнул мутный поток болтовни о ноосфере (сотни работ, в основном философов, переключившихся с основ марксизма-ленинизма на «экологическую» тематику). Эти статьи часто глубоко неграмотны, авторы не знают ни истории науки, ни ее основ. Принцип «все мы экологи» привел к профанации знания, в то время как профессионалы не имеют ни средств, ни рабочих коллективов и представляют собой ту горсточку мышей, из которых не слепишь не то что лошадь, но даже приличную кошку. Экологических научно-производственных объединений в стране практически нет. Экобизнес делает лишь первые робкие шаги. Зеленые движения в основном деструктивны. Если на Западе они могут заставить промышленника и правительство что-то делать, то у нас все ограничивается обещаниями или решениями без компенсации: закрывают завод, не имея дублера, прекращают производство БВК, не получив соевого шрота, и т. п. Часто решения принимают в целях дискредитации идей экологистов или просто по элементарной глупости.

Кадры экологов в бывшем СССР начали готовить хаотично, непродуманно. Практической школы для их пестования нет. Поспешно создаются «экологические» научные учреждения на периферии, где нет даже зародышей экологических научных школ и где руководители учреждений часто глубоко непрофессиональны.

Идеального механизма экологизации, который можно было бы принять за эталон, нет ни в одной стране, особенно крупной. Даже образцовый Сингапур, где «омерзительно» чисто, страдает многими болезнями урбанизации. США, ФРГ, Великобритания, скандинавские страны, Япония имеют большие успехи (загрязнение воздуха за последние годы снижено на чет-

верть и более, очищены воды Темзы, улучшается состояние Рейна и т. п.), но положение еще очень далеко от идеала. С расширением и углублением знаний возникают новые проблемы (радон в квартирах и домах, неизвестные ранее заболевания, загрязнение подземных вод нитратами и пестицидами, «грусть новых городов» и т. п.). Нигде не решена проблема шума, хотя в Японии она снижена до уровня отсутствия решительных протестов граждан. Неясны перспективы развития энергетики. Экологизация находится на первых фазах своего развития.

Главный ее вопрос — безболезненная и выигрышная для человечества его депопуляция. Пятикратное превышение «ПДК» в этой больной области грозит обернуться глобальной трагедией действия разрушительных экологических факторов. Когда начнется их действие, никто не может предсказать, но то, что это произойдет, неизбежно. Чем позже это случится, тем больше будет жертв, если не начать планомерную работу. Пока все призывы и меры мало эффективны. Индостанский полуостров уже по числу населения догнал Китай (более 1 млрд 100 млн человек) и скоро, учитывая темпы, его перегонит. Африка и Южная Америка перенаселены. Относительно перенаселена и наша страна.

Оптимизм внушает лишь то, что природные системы оказались устойчивее, чем предполагалось. Океан не погиб, как предполагал П. Эрлих, в 1976 г., и хотя удачливые американские рыбаки-любители в 800 раз увеличивают риск умереть от рака, поедая выловленные продукты моря с букетом отрав, рыбаки-неудачники им завидуют. Профессионалам-экологам не остается ничего другого, как смотреть с завистью на те отрасли науки, которые несут людям минимум благ, но пользуются высоким научным признанием, в то время как творцы знания о выживании человечества находятся в тени. Даже Нобелевский комитет не хочет замечать современной экологии. Да есть ли она, раз это так? Эпоха ее все еще впереди. Она совсем рядом, за ближайшим поворотом истории. Лишь бы только не улететь в кювет необратимости глобальных экологических процессов...

Г Л А В А 7

СИСТЕМА ПОТРЕБНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА (ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД)

Не следует насловать природу, следует повиноваться ей, необходимые желания исполняя, а также естественные, если они не вредят, а вредные сурово подавляя.

Эпикур

7.1. ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ЧЕЛОВЕКУ

Человек как объект познания рассмотрен современными научными дисциплинами под различными углами зрения, а потому предметно разорван на множество частей¹. Эти части порой почти никак не стыкуются, и

¹ Исключенно составляют философские работы (в частности см.: П. Тейяр де Шарден. Феномен человека. М.: Наука, 1987; И. Т. Фролов. Перспективы человека: Опыт комплексной постановки проблемы, дискуссии, обобщения. 2-е изд. М.: Политиздат, 1983). Однако цели философии несколько иные, чем у конкретных наук. Она рассматривает в основном

ученые представители многих отраслей знания смотрят на человека как бы глазами насекомого, где каждый зрительный элемент шлет в центральную нервную систему воспринимаемую часть целого. Без интеграции получается хаос ярких точек. Четко видны самые мелкие детали, но они оторваны друг от друга. Мозговой центр создает из обрывков или многих изображений обобщенный образ. Подобно этому и в современной науке появились метаотрасли, не столько анализирующие частности, сколько синтезирующие нечто цельное из разорванной картины мира.

В роли таких метанаук выступают современная экология человека и социальная экология¹, сохраняющие от биологической предшественницы лишь общий принцип: изучать нечто (одушевленное, в том числе человека, и неодушевленное, например, промышленное предприятие, но с включением живого) как центральный объект в основе большой, как правило, многоуровневой системы, называемой «средой». При глобальном общеземном подходе такой средой оказываются как внутренние части планеты, так и Солнечная система, даже космос в целом.

В приложении к человеку, когда он выступает в качестве центрального объекта, экология рассматривает широчайший спектр среды его обитания, а как наука о системах, где прямые связи равноправны с обратными и центральный объект неотрывен от среды, она не может ограничиться лишь каким-то одним иерархическим уровнем организации человечества. С другой стороны, экология как историко-эволюционная наука исследует системы во времени. Следовательно, для экологии человека и социальной экологии характерен динамичный подход в самом широком понимании этого термина с неминуемым оттенком антропоцентризма.

Объединения людей — центральный предмет социальной экологии как науки. Однако ее задача по преобразованию среды в интересах человека² не означает игнорирования «интересов» самой среды. Сохранение естественных систем природы (общества) обычно совпадает с целями человека, поскольку без адекватной своим нуждам среды он существовать не может. Человек выступает лишь как подсистема, т. е. не независимо, а как часть интеграции. В связи с этим консервация и преобразование среды не могут находиться в альтернативном противоречии, наоборот, они часть единого диалектического целого, подобно наследственности и изменчивости. Именно понимание динамичной целостности этих процессов лежит в основе экологического мышления.

готовые теории, синтезирует звяние как бы на втором уровне, тогда как наука обобщает первично получаемые сведения. Философию можно сравнить с конституцией, а научные дисциплины с правовыми кодексами и подзаконными актами. Эта глава фрагментарно уже была опубликована: Реймерс Н. Ф. Система потребностей человека: от анализа к конструированию среды жизни//Прогнозное социальное проектирование: Методологические и методические проблемы. М.: Наука, 1989. С. 116—136.

¹ Необходимо повторно дать расшифровку понятий экология человека и социальная экология (см. главу 1). Среди многих толкований, вероятно, ближе всего к истине такие: экология человека — комплекс дисциплин, исследующих взаимодействие человека как индивида (особи) и личности с окружающей его природной и социальной средой (т. е. это аутоэкология человека, возможно, только биоаутоэкология, т. е. индивида, репродуктивной группы и т. п., но не личности); социальная экология — объединение научных отраслей, изучающих связь общественных структур (начиная с семейных и других малых социальных групп) с природной и социальной средой их окружения (т. е. это синэкология человека, или экология только личности, семьи и т. п.). Для объединения экологии человека и социальной экологии может служить термин социально-экономическая экология человека (т. е. экология биотического и социального ряда структур, составляющих человечество), или антропоэкология (с включением и невключением кроме человека других антропоидов), лучше хомоэкология, или гомоэкология.

² И. Фролов. Марксистско-ленинское понимание экологической проблемы//Общественные науки. 1977. № 2. С. 85—100.

Историко-эволюционные изменения среды жизни и самого человека неизбежны¹. Это несомненно. Однако чем быстрее будет идти изменение среды на фоне очень малых возможностей изменчивости человека (его генетические резервы близки к исчерпанию²), тем острее будет противоречие между «качеством жизни» и потребностями людей — в самой широкой трактовке первого и второго понятия.

Таким образом, социально-экономическая экология человека³ имеет дело с большими системами, модельное изображение которых может быть лишь многомерно пространственным, причем каждый элемент такой модели будет иметь свои функциональные особенности, свою скорость и вектор развития, а вся модель — «стянута» прямыми и обратными связями «общей судьбы». Выигрыш для человека в пределах не только обозримого, но и теоретически возможного будущего заключается в максимальном сохранении природы как своей собственной, так и среды жизни, поскольку динамические качества всех природных систем предельны, а скорость изменения подсистем должна быть оптимально согласована. Слишком быстрое изменение природы так же опасно, как и чрезмерно убыстренный технический прогресс, не учитывающий восстановительных сил природы, в том числе природы человека. Следовательно, социально-экономическая экология человека⁴ — это научная область, исследующая общие структурно-пространственные, функциональные и временные законы взаимоотношения биосферы планеты и антропосистемы (ее структурных уровней от всего человечества до индивидуума), а также интегральные закономерности внутренней биосоциальной организации человеческого общества.

Проще говоря, дело сводится все к той же классической формуле «организм и среда», отличие лишь в том, что «организмом» служит все многообразие людей, их групп и человечество в целом, а средой — все природные и социальные процессы, явления и объекты. В этом смысле потребности человека — это система его требований к окружающей его среде, включая других людей. Чем выше динамическое единство человека и среды, тем оптимальней природная основа социально-экономического развития, лучше «качество жизни», отражающееся на здоровье людей (в понимании ВОЗ, как объективного и субъективного физического, психического и социального благополучия). Стоит напомнить, что личность и

¹ С. С. Шварц. Проблемы экологии человека // Современное естествознание и материалистическая диалектика. М.: Наука, 1977. С. 420—431.

² Н. П. Дубинин. Интегрирующая роль генетики для современной биологии // Там же. С. 365—385.

³ Семантически социально-экономическая экология человека — неудачное словосочетание: четырехсловные термины не входят в научный обиход — они слишком громоздки.

⁴ Экологию человека и социальную экологию обычно нерархически располагают одну над другой в прямо противоположной последовательности: или первую над второй, или наоборот. При этом нередко экологию человека рассматривают только в медико-биологическом ракурсе, а социальную — в социально-экономическом. Такой подход не исключен. Однако любые аспекты экологии человека имеют и социальный подтекст. Поэтому лучше объединять социальную экологию и экологию человека в социально-экономическую экологию человека, как предложено в этой книге. При этом неминуемо произойдет редукция четырехсловного названия до экологии человека (антропоэкологии, или хомоэкологии). Можно также полагать, что экология человека охватывает все биоэкологические аспекты, а социальная экология — лишь экологию социальных групп и единичного человека как личности, опуская все медико-биологические проблемы. В пределах населенных мест экология человека (особенно социальная ее составляющая) перекрещивается с социальной и коммунальной гигиеной как медицинскими дисциплинами, а в чисто социальных своих областях — с социологией и социальной психологией. Такое взаимодействие характерно для современной науки, располагающей широким спектром подходов ко всем объектам материального и идеального мира.

ее потребности тесно взаимосвязаны между собой опять-таки как организм и среда, на что указывал К. Маркс еще в ранних произведениях, где сказано о связи человека с богатством человеческих потребностей¹.

Образ жизни человека обычно трактуется как способ удовлетворения потребностей в рамках существующих природных и социальных ограничений. Следовательно, качество жизни — это мера взаимодействия между средой и ее использованием, легкостью или затрудненностью удовлетворения человеческих потребностей. Иными словами, качество жизни диктует и ее образ, отражается на формах поведения людей. При этом понятие качества жизни нельзя примитивно ограничивать экономическими показателями. Духовные потребности человека далеко выходят за рамки такого примитива.

Таким образом, степень и способ удовлетворения потребностей человека служит зеркалом всего развития антропосистемы и ее соотношения с природной средой. Неудивительно, что «высшая цель» любого общественного производства — наиболее полное удовлетворение комплекса растущих материальных и духовных потребностей людей. Отсюда ясно, что четкое понимание того, что же такое «потребности», каковы они и в чем состоят, крайне необходимо для всего общественного развития. Теория в данном случае выступает как мощный инструмент практики. А она, к сожалению, явно отстает от насущных нужд человечества. Говоря языком социальной психологии, фрустрации, возникающие от столкновения в удовлетворении потребностей с препятствиями, служат причиной того, что по данным ВОЗ, за последние несколько десятилетий заболеваемость неврозами возросла в 24 раза. Нет более тяжелых стрессов, чем те, что возникают на основе неудовлетворенных потребностей. Людей, не пораженных неврозами, практически не осталось. Да и в целом здоровье людей оставляет желать много лучшего². Явно требуется со стороны государства, общества понимание того, что нужно человеку. Это понимание возможно лишь на основе адекватной модели человека и такого же представления об окружающей его среде.

7.2. СРЕДА ЖИЗНИ

Окружающая человека среда состоит из четырех неразрывно взаимосвязанных компонентов-подсистем: а) собственно природной среды, б) порожденной агротехникой среды — «второй природы», в) искусственной среды — «третьей природы» и г) социальной среды. Поскольку эти понятия нередко получают различное толкование, дадим им определение и краткую характеристику.

Природная среда, окружающая человека, — факторы чисто естественного или природно-антропогенного системного происхождения (т. е. имеющие свойства самоподдержания и саморегуляции без постоянного корректирующего воздействия со стороны человека), прямо или косвенно, осознанно или неосознанно (регистрируемые и не регистрируемые органами чувств, измеряемые или не измеряемые, например информация, приборами) воздействующие на отдельного человека или человеческие коллективы (вплоть до всего человечества). К числу этих факторов принадлежат энергетическое состояние среды (тепловое и волновое, включая

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Из ранних произведений. М.: Политиздат, 1985. С. 596.

² Хороший обзор читатель найдет в советском научно-популярном журнале «Наука и жизнь» (Н. Эльштейн. Сегодняшний пациент//Наука и жизнь. 1986. № 8. С. 71—74).

магнитное и гравитационное поля); химический и динамический характер атмосферы; водный компонент (влажность воздуха, земной поверхности, химический состав вод, их физика, само их наличие и соотношение с населенной сушей); физический, химический и механический характер поверхности земли (включая геоморфологические структуры — равнинность, холмистость, гористость и т. п.); облик и состав биологической части экологических систем (растительности, животного и микробного населения) и их ландшафтных сочетаний (в том числе сочетаний непахотных сельскохозяйственных и лесохозяйственных земель с естественными экосистемами); степень сбалансированности и стационарности компонентов, создающих климатические и пейзажные условия и обеспечивающих определенный ритм природных явлений, в том числе стихийно-разрушительного и иного характера, рассматриваемого как бедствие (землетрясения, наводнения, ураганы, природно-очаговые заболевания и т. п.); плотность населения и взаимовлияние самих людей как биологический фактор; информационная составляющая всех перечисленных явлений.

Приведенные характеристики едва ли требуют расшифровки. Следует лишь заметить, что биологическая плотность населения отличается от социально-психологического пространственного минимума. Последний может быть получен путем «ухода в себя» (чем традиционно славятся англичане), что отнюдь не обеспечивает биологического комфорта.

Если освоенная часть суши земли — это часть поверхности материков планеты, заметно преобразованная человеком для своих нужд, где он присутствует и где видны следы его деятельности, то оставшаяся доля составляет природную среду жизни с учетом того, что площадь косвенного воздействия сейчас практически равна всей поверхности планетарной тверди. Площадь планеты 510,2 млн км², в том числе океанов 361,1 млн км² (70,8%) и суши 149,1 млн км² (29,2%). Из площади суши 48 051 840 км² (около 1/3) не несут видимых следов пребывания человека, в том числе в Антарктиде почти 100%, Северной Америке — 37,5, СССР — 33,6, Австралии и Океании — 27,9, Африке — 27,5, Южной Америке — 20,8, Азии — 13,6, в Европе 2,8% суши. В основном это суровые, мало пригодные для жизни земли с экстремальными для человека условиями существования. Природная среда сохранилась там, где она была недоступна людям для успешного преобразования.

Среда «второй природы», или квазиприродная среда, — все модификации природной среды, искусственно преобразованные людьми и характеризующиеся свойством отсутствия системного самоподдержания (т. е. постепенно разрушающиеся без постоянного регулирующего воздействия со стороны человека): пахотные и иные преобразованные человеком угодья («культурные ландшафты»); грунтовые дороги; внешнее пространство населенных мест с его природными физико-химическими характеристиками и внутренней структурой (разграничением заборами, различными постройками, изменяющими тепловой и ветровой режимы, зелеными полосами, прудами и т. д.); зеленые насаждения (газоны, бульвары, сады, ландшафтные парки и лесопарки, дающие имитацию природной среды). Все эти образования имеют природное происхождение, представляют собой видоизмененную природную среду и не являются чисто искусственными, не существующими в природе (здания рассматриваются как целое, подобное скалам, вообще пересеченной местности, энергетика лишь как преобразованный естественный поток солнечного тепла и т. п.). Видимо, ко «второй природе» следует относить и домашних животных, в том числе комнатных. То же касается культурных растений (с включением домашнего растениеводства).

Расширение территорий «второй природы» требует все больших усилий по ее поддержанию. Это одна из причин роста абсолютных и относительных энергетических затрат, составляющих один из существенных лимитов в развитии человечества в рамках биосферы. Глобальное поддержание экологического баланса (как и регионально-локальное), очевидно, требует расчетов оптимального пространственно-объемного и функционального соотношения «первой» и «второй» природ¹.

«Третья природа», или артеприродная среда,— весь искусственный мир, созданный человеком, вещественно-энергетически не имеющий аналогов в естественной природе, системно чуждый ей и без непрерывного обновления немедленно начинающий разрушаться. Это уже не «очеловеченная природа», а в корне преобразованное человеком вещество, либо не входящее в естественные геохимические циклы, либо входящее в них с трудом. К «третьей природе» можно отнести асфальт и бетон современных городов, внутреннее пространство мест жизни и работы, транспорта и предприятий сферы обслуживания (физико-химические характеристики, размерность, эстетика помещений и т. п.); технологическое оборудование; транспортные объекты; мебель и другие вещи («среда вещей», включая даже мелочи); всю синтетику. Особенное внимание следует обратить на культурно-архитектурную среду, с легкой руки Д. С. Лихачева утвердившейся в не совсем семантически корректном названии «экологии культуры». (Экология может быть только какого-то живого объекта, в менее обоснованной трактовке, другого образования, связанного с живым, в том числе человеком. Например, говорят об инженерной или промышленной экологии, но об экологии совокупности достижений человеческого общества в сфере материальной и интеллектуальной деятельности, уровня развития духовной жизни можно говорить лишь в приложении к человеку и только лишь частично, поскольку в значительной мере это социальная среда. Социальная экология (социоэкология) культуры — более приемлемый термин²).

Современного человека главным образом окружает именно эта среда, а не природная — «первой» и «второй» природы, особенно «первой», создающей лишь фон и фундамент, на который накладывается весь комплекс антропогенных изменений. В одних случаях среда «второй» и «третьей» природы смягчает воздействие природной среды (например, улучшает микроклимат), в других — заменяет своими элементами природную среду (информативность архитектуры, воздействие кондиционеров и т. п.), в третьих артеприродная среда оказывается резко ухудшенной, особенно по физико-химическим и информационным показателям (загрязнение всех видов, однообразие архитектуры и т. п.). Сравнение «природного оптимума» с факторами воздействия «второй» и «третьей» природы позволяет определять направления управляющего воздействия, нацеленного на оптимизацию этих «природ».

Едва ли удобно пользоваться терминами естественная, или «первая» природа, «вторая» и «третья» природы и соответствующими средами: природной, «второй» и «третьей» природы. Очевидно, целесообразно введение новых терминов (глава 1). Обозначение естественной природы и природной среды не требует модификации. Среда «второй» природы и сама

¹ См.: Н. Ф. Реймерс, Ф. Р. Штнльмарк. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 295 с.

² Сам термин появился довольно давно, см.: Steward J. H. Cultural ecology//The international encyclopedia of the social sciences. D. L. Sills (Ed.). V. 4. MacMillan Co and the Free Press, N.-Y., 1968. P. 337—344.

эта природа могут быть названы с помощью приставки «квази» (как будто) — квазиприрода, квазиприродная среда. Наконец, для «третьей» природы естественно напрашивается название артеприрода — искусственная природа, артеприродная среда.

Среда социальная — культурно-психологический (информационный, в том числе политический) климат, намеренно и/или непреднамеренно, сознательно и/или бессознательно создаваемый для личности, социальных групп и человечества в целом самими людьми и слагающийся из влияния людей как социально-биологических существ друг на друга в коллективах непосредственно и с помощью изобретенных ими средств материального, энергетического и информационного воздействия. Воздействие включает экономическую обеспеченность в соответствии с выработанным обществом или данной этнической, социальной группой эталоном (жильем, пищей, одеждой, другими потребительскими товарами), гражданские свободы (совести, волеизъявления, передвижения, места проживания, равенства перед законом и т. п.), степень уверенности в завтрашнем дне (отсутствие или наличие страха перед войной, иным тяжелым социальным кризисом, потерей работы, изменением ее направленности, голодом, лишением свободы за убеждения, бандитским нападением, воровством, неизбежным хроническим или неожиданным заболеванием, распадом семьи, ее незапланированным ростом или сокращением и т. д. и т. п.); моральные нормы общения, свободу самовыражения, в том числе трудовой деятельности (максимальной отдачи сил и способностей людям, обществу с получением от них знаков внимания); возможность свободного общения с лицами сходного этнического и культурного уровня, т. е. создания и вхождения в эталонную для человека социальную группу (с общностью интересов, жизненных идеалов, поведения и т. п.); возможность пользоваться культурными и материальными ценностями (театрами, музеями, библиотеками, товарами и т. д.) или сознание обеспеченности такой возможности; доступность или сознание доступности общепризнанных мест отдыха (курортов и т. п.) или сезонной (временной) перемены типа жилища (вплоть до туристской палатки); обеспеченность социально-психологическим пространственным минимумом, позволяющим избежать нервно-психического стресса от перенаселения (оптимальная частота встреч с другими людьми, в том числе знакомыми и родными); комфорт сферы услуг (отсутствие или наличие очередей, качество обслуживания и т. п.).

Социальная среда интегрируется с природной, квазиприродной и артеприродной средами в общую совокупность окружающей человека среды (рис. 7.1). Все факторы каждой из рассматриваемых сред тесно взаимосвязаны между собой и составляют объективные и субъективные стороны «качества среды жизни». При этом объективное неотрывно от субъективного, эта глубокая связь может не осознаваться. Ни в коем случае нельзя думать, то какая-то из подсистем (природная среда, любая из двух ее антропогенных модификаций и социальная среда) может заменить другую или быть безболезненно выброшена из общей системы окружающей человека среды. Подсистемы способны лишь усиливать или ослаблять действие друг друга, но не снимать этих воздействий. Так, природный климатический дискомфорт может быть ослаблен лучшей организацией «третьей природы» и социальным оптимумом, но это не означает, что среда жизни человека при этом станет идеальной.

Помещение общества и человека внутри природы может вызвать у некоторой части философов, рассматривающих человека вне природы, резкие возражения. Они обычно сводятся в основном к следующему¹: 1) человек

¹ Л. Н. Самойлов. О двух альтернативных моделях соотношения общества и природы // Уч. зап. Тартусского ун-та. 1985. № 704. С. 3—8.

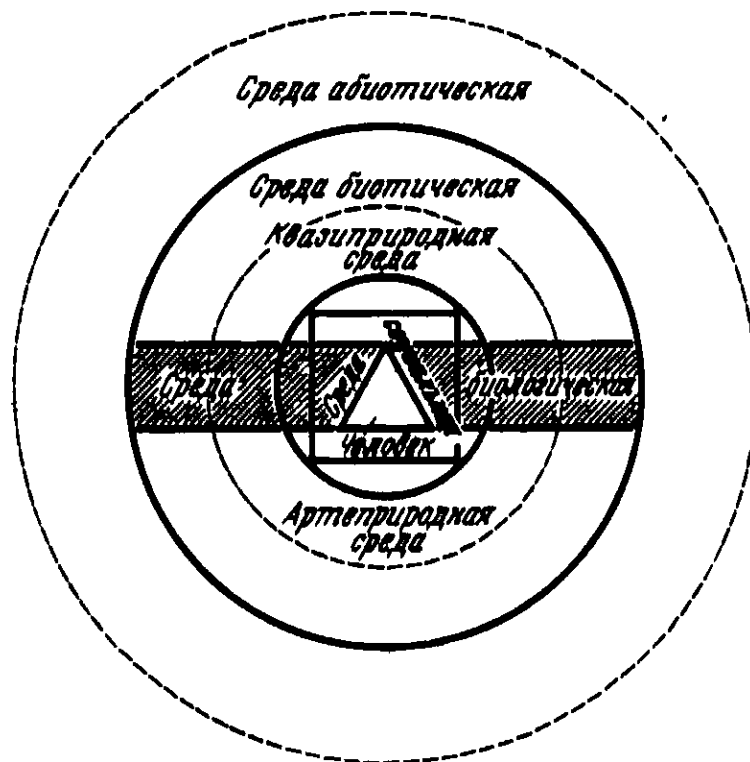


Рис. 7.1. Соотношение понятий и терминов, обозначающих различные аспекты среды жизни

не может быть частью природы, так как он не включен в пищевые цепи природных систем — биогеоценозов; 2) если общество — часть природы, то оно должно существовать по законам целого (природы), которые должны быть выше организованы, чем законы части (общества), но, как известно, социальная форма движения материи более высоко организована, чем физическая, химическая, биологическая и любые другие формы движения материи в природе; 3) в роли части природы общество не отвечает признаку неотъемлемости: природа миллиарды лет развивалась до появления человека, без его участия и будет существовать в случае его исчезновения. Такая аргументация основана на серии ошибок и недоразумений. Разберем их по порядку.

Включены ли человек и все человечество в природные пищевые сети? Безусловно, да, если не в составе биогеоценозов — низших ступеней иерархии экосистем, — то уж, во всяком случае, в рамках биосферы. Люди из этих сетей получают пищу (агроценозы — видоизмененные экосистемы с природной основой). Только из «дикой» природы люди извлекают топливо — энергию, основные рыбные ресурсы, другие «дары природы». Мечта В. И. Вернадского о полной автотрофности человечества пока остается иррациональной мечтой¹ — эволюция необратима (правило Л. Доло), как и исторический процесс. Без подлинных автотрофов, в основном растений, человек не может существовать как гетеротрофный организм. Наконец, если бы он физически не был включен в пищевые сети природы, то его тело после смерти не подвергалось бы разрушению организмами-редуцентами, и Земля была бы завалена несгнившими трупами. Тезис о разделности человека и природных пищевых цепей основан на недоразумении и явно ошибочен.

Совокупность объективных законов, действующих в целом, не есть ни

¹ Великие мысли В. И. Вернадского не в абсолютной автотрофности — «травоподобности» или «растительноподобности» человечества, а в возможности и неукознательной необходимости существовать в основном за счет естественных энергетических потоков, прежде всего солнечных. Любое искусственное производство энергии, будь то от депонированного в эволюции Земли органического топлива или от ядерных источников, связано с повышенным риском прежде всего экологическим. «Собирательство» энергии более оправдано, хотя также ограничено законом 1 процента, рассмотренным в предыдущих главах книги.

простая их сумма, ни «матрешка» взаимоотношений высшего и низшего хотя есть более общие законы существования и частные законы функционирования отдельных частей. Например, философский закон «отрицания отрицания» характерен для всех частей и уровней иерархий любых совокупностей материального мира. Но это не значит, что он «выше» или «ниже» социальных законов. Частные же законы внутри целого могут быть чрезвычайно разнообразны. Например мозг, безусловно, функционирует иначе, чем сердце или кишечник, но для организма характерны общие закономерности обмена веществ. «Выше» эти закономерности, чем принципы деятельности мозга? Вопрос явно абсурден. Формы движения материи взаимопроникают и в «чистом» виде не существуют. «Социальные» насекомые не выходят за рамки биологической формы движения материи, но принципы их организации и жизни не укладываются в доминирующие «правила» жизни на Земле. Социальная форма движения материи — производное ее природных форм (она развивалась в диалектическом единстве и противоречии с развитием мозга человека) и проводить жесткую грань между ними едва ли научно. Это входило бы в противоречие с принципом историзма. Тезис о взаимоотношении высших и низших сторон движения материи не выдерживает критики.

Еще один аналоговый пример взаимодействия дают лишайники и другие тесно симбиотические комплексные организмы. Каждый из сожителей живет по своим специфическим законам, а в совокупности по законам целого.

Ныне уже ясно, что между животными и человеком нет «каменной стены». Многим организмам свойственна элементарная трудовая деятельность (например, одному из видов ос, обрабатывающих камешком гнездо), да и общность многих заболеваний человека и животных говорит о том же.

Признак неотъемлемости для определения принадлежности или непринадлежности части к какому-то целому мало информативен. В самом деле, если у ящерицы может обломиться хвост в качестве реакции на сильное раздражение, это не значит, что хвост — не часть ее организма. Утверждение обязательности принципа неотъемлемости в разбираемом случае человека и природы — прямой аналог тезиса о неотъемлемости серого вещества мозга человека. Но у дальних животных предков человека — низших млекопитающих — серого вещества мозга не было. Разве это служит основанием для того, чтобы говорить, что серое вещество мозга лежит вне остального мозга и организма человека в целом? Далее. Едва ли можно рассматривать природу вне эволюционно-исторического контекста и анализа ее качественного состояния. Да, она существовала до человека миллиарды лет. Но то была иная, чем сейчас, не преобразованная человеком, «неочеловеченная» природа. В случае, если человек исчезнет с лица Земли, природа будет продолжать существовать, но то вновь будет другая, «обесчеловеченная» природа. Если же принимать концепцию ноосферы В. И. Вернадского, то с исчезновением человечества возникновение ее как фазы развития биосферы станет невозможным, и биосфера теоретически может перейти в иную фазу развития. Следовательно, качественно человечество неотъемлемо от природы, не говоря уже о том, что отдаленное от природы человечество немедленно и неминуемо погибло бы. Эту другую сторону неотъемлемости как-то упускают из вида. Даже в Космосе люди как пуповиной привязаны к Земле, ее природе.

Совершенно очевидно, что человек и человечество, создавшее общество, — неотъемлемые части природы. Это подчеркивает также тот факт, что любые крупные изменения природы неминуемо отражаются на состоянии человечества, его хозяйства. Тесная обратная связь между наличными

природными благами и темпами развития человечества несомненна.

Тезис об увеличении независимости человека от природы явно неверен. Наоборот, с ходом исторического процесса масштабы этой зависимости растут. Меняются лишь формы зависимости. Она возрастает потому, что если раньше, в далекие времена, человек зависел лишь от чисто природных сил, то теперь он попадает также в зависимость от тех изменений, которые сам производит в природе, от так называемого «эффекта бумеранга». А поскольку давление на среду жизни непрерывно растет и обретает общеземные рамки (даже с охватом ближайшего космоса), люди все более делаются зависимыми друг от друга, обретают действительно общую судьбу через трансформируемую ими природу. Они становятся не только глобальной, геологической, по В. И. Вернадскому, силой, но и неразделимым единым целым, в том числе и все более интегрируемым с природным окружением.

Все сказанное не означает, что социальные процессы следует сводить к чисто биологическим и им подобным. На рис. 7.1. подчеркнута различие и несводимость одной среды к другой с помощью несовпадения фигур, отображающих различные формы среды. Однако все сущее входит в универсум Природы, Вселенной, а для человечества пока в рамки Земли (главным образом ее биосферы) и Солнечной системы.

Возвращаясь к проблеме взаимоотношения различных сторон среды жизни человека и общего воздействия этих сред на него, несколько слов нужно сказать о понятии «качество жизни». Оно родилось за рубежом как попытка числового выражения особенностей главным образом социально-экономической среды жизни людей. Примером такого исследования может служить изучение качества жизни в Канаде и США¹. Был собран огромный материал о продолжительности жизни в этих странах, соотношении важнейших причин болезней и смерти, о детской смертности, психическом здоровье, количестве больниц и коек в них, средней продолжительности госпитализации, количестве медицинского персонала, курении людей, потреблении ими алкоголя и наркотиков, государственных ассигнований на лечение, питание и т. д. Всем этим показателям (их было 36) придали условные веса в очках-баллах. Эти баллы затем просчитали, в том числе с точки зрения теории игр Неймана — Моргенштерна, и выбранные индикаторы представили в виде риска, или оценки здоровья. Как пишет автор, результаты оказались менее информативными и интересными, чем ожидалось.

Иначе и быть не могло. Хотя работа была представлена как основанная на системном подходе и доложена на коллоквиуме Международного института прикладного системного анализа в 1975 г., она может служить (впрочем, как и большинство других подобного рода) примером асистемного мышления. Если внимательно рассмотреть приведенный выше перечень индикаторов, то его можно сравнить со списком приблизительно такого характера: человек есть голова, печень, почки, волосы, шляпа, трость, зонт, обручальное кольцо, носовой платок, отношения с женой и тещей, поездки на работу и т. д. Конечно, какая-то связь между всем перечисленным есть, но она отнюдь не всегда функционально-системная. Каждый из показателей, взятых в канадско-американском исследовании, действительно может служить индикатором состояния интегральной совокупности, но в любой сумме, не будучи ее звеном, они дают неверную картину. Недавно наиболее показательными оказались индексы роста государственных

¹ А. С. Мичелос. Смертность, заболеваемость и медицинская помощь (качество жизни в Канаде и США в 1964—1974 гг.) // Медицинская география / XIII Международный географический конгресс. М., 1976. С. 88—89.

вложений в лечение и питание населения, сравненные со смертностью и заболеваемостью людей.

Другой распространенный подход — выяснение качества жизни на основе социологических опросов, т. е. как субъективного показателя. Очевидно, что и этот подход методологически порочен, так как зависит от сложившихся стереотипов и может лишь отражать совпадение или несовпадение ожидаемого и реальности, а не действительное качество жизни. В самом деле, индеец из амазонских джунглей, находящийся на уровне развития каменного века, может быть вполне удовлетворен своим традиционным качеством жизни (и это действительно так!). Он не желает знать достоинств современной цивилизации. Узиавая о них, он довольно быстро теряет представление о жизни своего племени как об оптимуме. Вместе с тем, объективно не будучи приспособлен к недостаткам цивилизации, с приходом лишь некоторых ее (не всегда лучших) элементов, тот же индеец нередко оказывается в худших условиях жизни, чем его предки, что ведет к вымиранию примитивных племен.

Принимая наше толкование качества жизни, приведенное выше, легко придти к выводу, что близкое совпадение жизненных стереотипов и возможностей их реализации дает максимум этого качества. В связи с этим сохранение «дикой» среды для индейцев Амазонии и всех народов с традиционным хозяйством — необходимое условие их благополучия. И, наоборот, их насильственная «эмансипация» по европейскому образу и подобию негуманна. Она порочна и с точки зрения всемирного культурного развития: потеря национальных культур обедняет глобальную культуру человечества.

Было бы неверным на основе ошибочных построений некоторых исследователей отвести само понятие качества жизни как интегративного показателя народного благосостояния, взаимоотношений человека со средой жизни. Эта проблема достаточно актуальна и требует научного анализа.

Следует заметить, что некоторые решения по улучшению народного благосостояния во многих странах оказываются неверными в силу недоучета интегральности воздействия на человека всех упоминавшихся выше сред и предположения, что одна из подсистем среды может заменить другие. Задача повышения народного благосостояния — удовлетворения потребностей человека — заключается в создании оптимального соотношения перечисленных четырех сред в системной интеграции окружающей человека среды. Для понимания же оптимальности в смысле благополучия¹ необходимо знание потребностей самого человека.

7.3. ЧЕЛОВЕЧЕСТВО И ЧЕЛОВЕК КАК БОЛЬШАЯ СИСТЕМА

Потребности человека вытекают из его биосоциальной структуры, которая изучена очень слабо. Можно считать прочно установленным лишь то, что человек не сводим ни к биологическому, ни к социальному, и что индивидуум (личность), группа, коллектив и другие объединения дают в целом многоуровневую иерархическую систему. Отсюда следует, что модели (матрицы) человека и общества трехмерны (качественно-индивидуальное, функциональное и иерархическое разнообразие) и имеют к тому

¹ Слово «оптимальный» имеет два смысловых оттенка: 1) максимально возможный в данных условиях и 2) наиболее благополучный для рассматриваемого объекта или субъекта.

же два вектора развития: индивидуально-возрастной и исторический.

Социальное развитие вида человек разумный никто не отрицает. Зато его современный биологический прогресс оспаривается многими. Основанием для этого служит морфологическое сходство наших далеких предков с ныне живущими людьми. Предполагается, что генетически человечество принципиально однородно уже десятки тысяч лет, а факторы отбора в человеческих популяциях почти не действуют. И то, и другое утверждение кажутся весьма сомнительными. Расовая и адаптивная дифференциация людей¹, шедшая на протяжении всего времени существования вида человек разумный, скорее говорят об обратном. Генетическая целостность вида в смысле репродуктивных возможностей и предполагаемой тысячелетней стабильности умственных потенций (тоже гипотеза, требующая доказательств, прямые из которых не могут быть получены², так как оживить далеких предков невозможно) еще не означают его неизменности. Что касается отбора в условиях огромного давления мутаций, то тут нередко встречается упрощенно-биологический, огрубленный подход к человеку. Видимо, преимущества имеет более тонкий и разносторонний анализ, учитывающий реальные ограничения изменчивости, но и не сбрасывающий со счетов трудноуловимый «в снятом виде» под социальными наслоениями биологический механизм. После длительного процесса расообразования ныне идет обратный — слияния рас. Однако отнюдь не так просто, бесконфликтно и быстро, как это нередко упрощенно принимается.

Исходя из представлений о человеке и человечестве как системном образовании, как кажется, при их анализе нельзя отвлекаться от следующих фактов:

1) как представитель своего вида человек имеет ряд генетических и фенотипических анатомо-физиологических особенностей адаптивного характера, что определяет степень воздействия природной среды на его организм (например, механически нельзя «поменять местами» негров и эскимосов как популяции);

2) этолого-поведенчески³ человек также специфичен как в малых объединениях, так и в больших (например, в семье легко определить экономического главу по максимальному получаемому доходу, но психологический глава семьи может не совпадать с экономическим; для более значительных групп тип южанина и тип северянина достаточно известны);

3) желательный и практически осуществляемый характер труда человека со всеми его нюансами (отраслевыми и хобби) отличается от чисто

¹ В. П. Алексеев. География человеческих рас. М.: Мысль, 1974. 351 с.; Он же. Становление человечества. М.: Политиздат, 1984. 462 с.; Алексеева Т. И. Географическая среда и биология человека. М.: Мысль, 1977. 302 с.; Фоуме Р. Еще один неповторимый вид: Экологические аспекты эволюции человека. М.: Мир, 1990. 368 с., И. Т. Фролов. Перспективы человека. М.: Политиздат, 1983. 350 с.

² Недопустимо говорить о высших и низших человеческих расах, но вполне закономерен анализ культурных и средовых предпосылок интеллектуального развития. Недоедание, особенно в детстве, повышенная заболеваемость, злоупотребление наркотиками, культурные запреты, например, обучения девочек, ведут к общей умственной отсталости, как правило, не компенсируемой обучением в одном поколении.

³ Нередко возникает сомнение в правомочности приложения к человеку выводов этологии — науки о поведении животных. Конечно, когда речь заходит о сходстве социальных насекомых с человеческим обществом, это абсурд. Однако элементы этологической иерархии (от альфа-особи до омега-особи), наблюдающейся в популяциях высших млекопитающих, особенно обезьян, частично сохраняются у людей. Они хорошо заметны в детских коллективах (устойчивость групп «мам» и «офицеров», с одной стороны, и «детей» и «солдат» с другой) и затем затушевываются социальными и социально-психологическими наслоениями (ролями). В чистом виде этологические механизмы у человека выявить трудно, однако это не значит, что они перестают действовать.

экономических его характеристик и резко различен в пределах всех других особенностей «человеческого целого»;

4) историко-эволюционно складывается этническая специфика человека (например, скандинавский этнос ясно отличается от германского или британского, не говоря уже о монгольском);

5) социальные совокупности четко, хотя и временно в историческом смысле, отличаются друг от друга (например, интеллигент, крестьянин и рабочий);

6) экономические устремления людей различны в зависимости от их принадлежности к той или другой социальной группировке, но тем не менее по своей сущности не совпадают с нею (производственная и социальная характеристики человека различны, степень экономической обеспеченности полностью не совпадает с социальным статусом и т. д.);

7) «цели одного иерархического уровня организации антросистемы могут не совпадать с целями другого иерархического уровня, т. е. имеются определенные противоречия между, например, индивидуальными социальными потребностями и потребностями семьи, а тем паче более крупных объединений (такая констатация нередко отрицалась для советского общества со ссылкой на гармоничность социалистической социальной системы, однако указанные противоречия в нашем обществе — непреложный факт).

Перечисленные посылки позволяют создать графическую модель человека, состоящую из шести тесно взаимосвязанных подсистем (рис. 7.2). Не

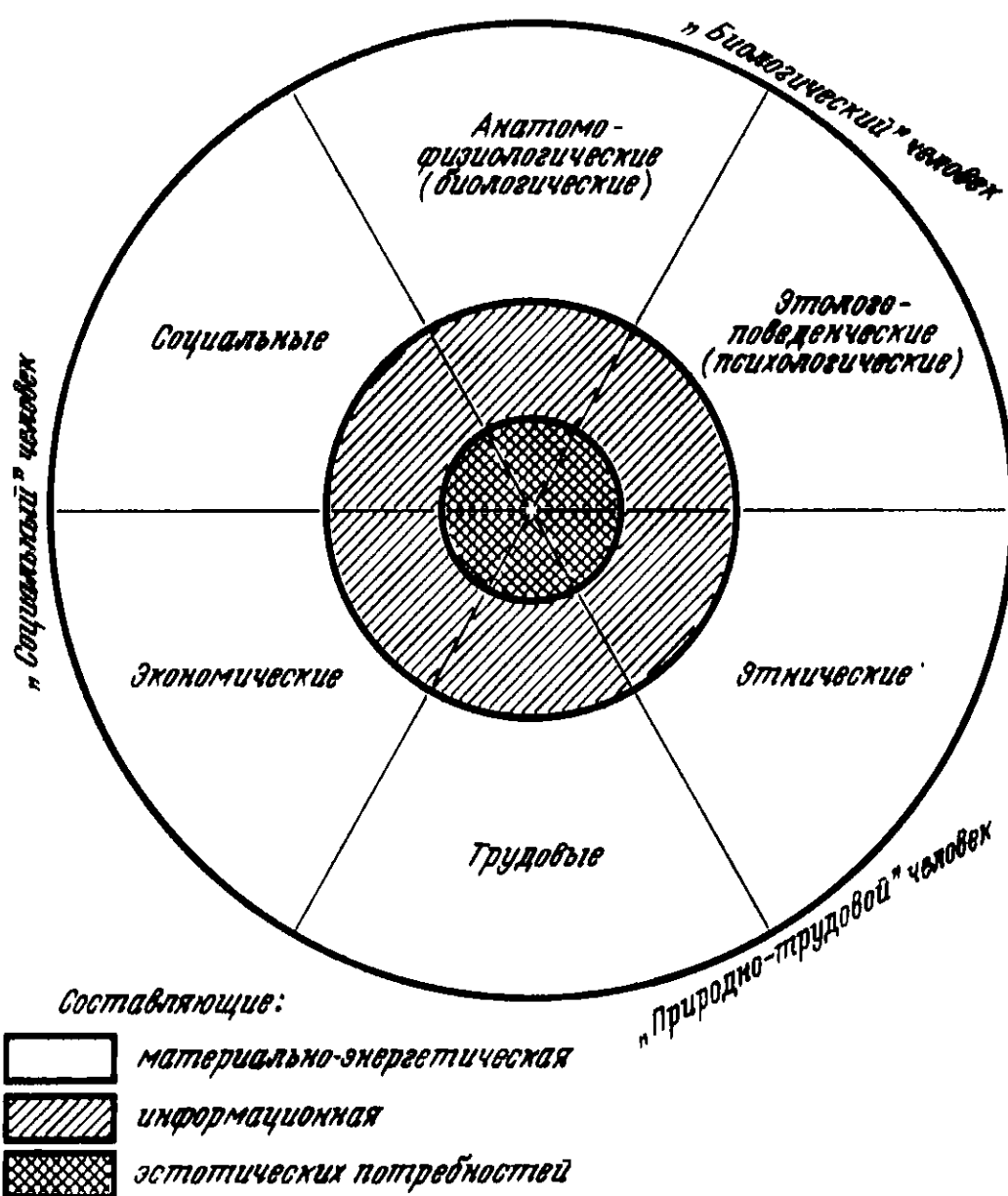


Рис. 7.2. Схема потребностей человека

следует представлять себе дело таким образом, что каждая вышеприведенная подсистема существует изолированно от других. Это не так. Тем не менее для целей анализа и для пользы дела они могут быть условно отчленены друг от друга. И в этом анализе можно опираться на «центр тяжести» в подсистеме — на основные функциональные показатели, исторически возникшие не одновременно. Наиболее древней, безусловно, была анатомо-физиологическая структура, дополнившаяся этолого-поведенческими характеристиками лишь на высших фазах эволюции дальних предков человека. Позже, уже у гоминид, возникла необходимость в труде, что изменило и анатомо-физиологическую, и этолого-поведенческую подсистемы. Разнообразие форм труда и его приложений к различным природным объектам шло параллельно с формированием рас, но не всегда связано с этим процессом, а чаще даже независимо, приводило к возникновению этнических группировок, по-разному образующих системы взаимоотношения «человек — природа». Одновременно возникали первичные социальные устройства и механизмы, однако до определенного времени не формировавшие экономических подсистем. Экономические устремления, очевидно, возникли как исторически самые молодые потребности людей. Фактически они выступили как механизм обеспечения всех других потребностей человека во все более усложнявшемся социальном мире.

Столь же эволюционно-исторически следует рассматривать функционально-количественную иерархию выделенных подсистем. В широких рамках многомерной модели-матрицы человечества иерархические ряды подсистем находятся как бы на гранях пирамиды. В связи с этим горизонтальные строчки таблицы 7.1, где условно названы искусственно вычлененные, но вместе с тем реально существующие функционально-системные объединения — аспекты людского континуума, включают лишь аналоговые ступени иерархии, т. е. перечисленное в горизонтальной строке несводимо одно к другому, хотя имеет более или менее сильную связь. Другой особенностью приводимой табличной схемы-матрицы и других похожих на нее моделей является то, что более высокий иерархический уровень не обязательно охватывает несколько структур более низкого уровня. В этом смысле сравнение с гранью пирамиды снова помогает пониманию. Так, скажем, объединение области деятельности трудового ряда отстоит от глобальной трудово-производственной системы на две ступени иерархии. Однако это не значит, что, допустим, наука как область деятельности не системно-глобальна. Однозначны и в один и тот же момент времени совпадают по объему лишь первый (верхний) и последний (нижний) горизонтальные ряды. Так что лучшей графической моделью, отражающей содержание таблицы 7.1 был бы шар, где один (единичный) человек находился бы в центре, тем не менее символизируя практически бесконечное разнообразие людей, а глобальное объединение человечества лежало бы на поверхности шара; все же другие структуры располагались внутри на каких-то сферах или в ином пространственном порядке, характер которого показан в табл. 7.1.

Таблица 7.1, строго говоря, заслуживала бы очень подробной расшифровки с дефинициями и описаниями объема каждой из приводимых отдельностей. Поскольку их 48, это потребовало бы очень много места и превратило бы главу в самостоятельную монографию. Ход мыслей автора, как кажется, ясен из табличных названий¹. Сама же таблица подчеркивает

¹ Стоит обратить внимание, что 5 первых строк таблицы относятся к функциональным, а последние 3 строки — к региональным объединениям (в этолого-поведенческой колонке это обстоятельство не столь явно проявляется). Поэтому таблица имеет два основания, если ее принимать за классификационную. На самом деле она — отражение иерархии образований, а не их классификация.

Таблица 7.1. Модель-матрица человечества как многоуровневой системной совокупности («большой системы»)

Ряды иерархии					
Видовой (генетическая анатомо-морфофизиологическая основа)	Этолого-поведенческий, психологический (поведенческая матрица)	Трудовой (трудовые объединения)	Этнический (историко-эволюционное отражение системы «природная среда — человек»)	Социальный (социальные группы)	Экономический (экономический группировки)
Особь	Этологическая единица	Трудящийся	Этнический индивидум	Личность	Производитель общественных благ
Репродуктивная группа	Этологическая группа	Группа узких производственных интересов, или трудовая клика	Семья	Социальная клика	Экономическая ячейка
Морфобиологическая группа	Этологическая (поведенческая) форма	Группа узкой специализации	Конвикция	Малая социальная группа	Объединение отрасли специализации
Экологическая популяции	Этологическое объединение	Специальность (специализация)	Этническая консорция	Социальный слой	Объединение отрасли производства общественных благ
Адаптивный тип	Поведенческий стереотип	Объединение области деятельности	Субэтнос	Класс	Объединение производства (промышленного, с/х и т. п.) общественных благ
Народность (малая раса)	Поведенческий склад	Локальные трудовые ресурсы	Этнос	Общество (региональное)	Экономика государства или его крупного региона
Раса (большая)	Поведенческий тип	Региональный трудовой потенциал	Культура (суперэтнос)	Социальная система	Общественно-экономическая система
Вид Человек разумный	Глобальная этологическая система	Глобальная трудопроизводственная система	Глобальная этносистема	Социоантропо-система мира	Мировая экономическая система

многообразие человека и человечества, где даже на уровне отдельного человека мы имеем в каждой из подсистем неисчислимое разнообразие — двух генетически идентичных людей, как известно, нет; очевидно, нет одинаковых личностей и т. д. и т. п. Многоликий человек живет в многогранной среде. То же следует сказать и о групповых объединениях людей, где разнообразие увеличивается по мере повышения иерархического уровня, вплоть до уникального — человечества, представленного бесконечным разнообразием людей и их объединений.

Такая бесконечность может показаться дурной. Однако это не так. Нет одинаковых людей, но есть совокупности людей одинакового типа, скажем, в видовом ряду люди с близким генетическим и анатомо-физиологическими

особенностями, аналогичного возраста и т. д. Это позволяет выявлять закономерности и рассматривать человека и человечество хотя и как неисчерпаемую, но сводимую к некоторому числу отдельных систем, поддающуюся конкретному анализу.

7.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЛЮДЕЙ

Литература, посвященная исследованию проблемы влечения и потребностей человека, достаточно велика, а если учесть весь медицинский ее массив, то огромна. Однако попытки целостного подхода к человеку, как упомянуто уже выше, делают лишь философы и отчасти психологи, всегда детально разбирающие классификацию потребностей¹. Менее целостен подход экономистов, но соответствующие работы буквально бесчисленны. Для упрощения нашей задачи сошлемся на относительно недавно вышедшую монографию Л. Я. Барановой «Личные потребности» (М.: Экономика, 1984. 200 с). Это позволит не прибегать к детальному анализу литературы, считая, что она известна заинтересованному читателю.

Наиболее фундаментально разделение потребностей на элементарные, или базовые, и вторичные. «К элементарным относятся потребности в вещах и условиях освоения, без которых личность погибнет: любая пища, любая одежда, любое жилище. Ко вторичным относятся потребности в конкретных вещах и условиях, возникающих при возможности выбора различных вещей для удовлетворения потребностей в материальных средствах жизни»². Говорят также о псевдопотребностях — стремлении к роскоши. Допустимо выделение группы вредных потребностей — в курении, алкоголе, других наркотиках, тем паче в гомосексуальных контактах и т. п. Совершенно очевидно, что псевдопотребности и разрушающие личность и организм вредные потребности входят в группу вторичных. Менее ясно, что считать первичными элементарными нуждами человека, без которых он не может обойтись, а что в их составе полагать вторичными, как будто не совсем обязательными. Сложность вопроса заключается в том, что при комплексном подходе обнаруживается тесная связь всех потребностей человека как большой системы (они «внутренне связаны между собой в одну естественную систему»³). Такого системного подхода и пыталась строго придерживаться Л. Я. Баранова, уделившая классификации потребностей человека немало места в упомянутой выше книге (с. 28—50). Однако единого систематического признака она не нашла и потому приводит (с. 50) классификации, в основу которых положены различные принципы и подходы.

На основе обобщения литературных материалов и согласно перечисленным ниже критериям ею выделены следующие группы и виды личных потребностей:

1) по характеру и природе возникновения: физические, или естественные, социальные и интеллектуальные;

2) по сфере жизнедеятельности, в которой потребности проявляются и удовлетворяются: материальные и духовные;

3) по экономической количественной определенности: абсолютные, действительные и платежеспособные;

¹ См., например: К. Обуховский. Психология влечения человека. М.: Прогресс, 1972. 274 с. и И. С. Джидарьян. Эстетическая потребность. М.: Наука, 1976. 190 с.

² Социальная психология. Краткий очерк. М.: Политиздат, 1975. С. 77.

³ К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч. Т. 20. С. 368.

- 4) по степени конкретизации: общие и конкретные;
- 5) по степени удовлетворения: удовлетворенные, неудовлетворенные и не полностью удовлетворенные;
- 6) по степени настоятельности: насущные, менее настоятельные, отдаленные;
- 7) по объектам: в материальных благах, услугах и духовных ценностях;
- 8) по степени активности: активные и пассивные;
- 9) по степени рациональности: рациональные и иррациональные («псевдопотребности»);
- 10) по степени реальности: реально осуществимые и нереальные;
- 11) по степени перспективности: социально перспективные и социально бесперспективные.

Когда в рамках системного подхода предлагаются классификации по 11 критериям, внутри которых рассматриваются 2—3 признака (количественные и качественные вперемежку), нет сомнения в том, что классификации как таковой не создано. Вызывает возражение само суженное понятие личных потребностей, наиболее распространенное в социально-экономической литературе¹. Авторы² обычно верно подчеркивают общественный характер потребностей, но почему-то пытаются оторвать личные потребности от общественных, коллективных, т. е. часть от системного целого. Тут совершенно явно выступают интеллектуальные потребности самих авторов, которые попадают как будто в хорошо осознаваемую, но порой не замечаемую ими ловушку: «Люди привыкли объяснять свои действия из своего мышления, вместо того, чтобы объяснять их из своих потребностей (которые при этом, конечно, отражаются в голове, осознаются)...»³. Коллективные, общественные потребности системно не есть количественная сумма личных потребностей каждой личности, но качественно это те же потребности и отрывать их друг от друга едва ли целесообразно и методологически оправдано.

Само понятие «потребности» имеет два уровня, или среза. В рамках и глазами индивида это некоторые необходимые условия жизни и продолжения рода с учетом определенного качественного уровня, заданного не только физиологическими нуждами, но и представлением о качестве жизни. С точки зрения общества и в его рамках это общественные отношения в связи с возможностями потребления материальных и духовных благ и услуг⁴. Эти отношения расширяют или сужают, а также трансформируют возможности личности удовлетворять свои потребности, но не меняют суть первого из срезов понимания потребностей людей как условий их жизни и ее продолжения.

Поскольку человеческие потребности есть система, и это не оспаривается, они должны составлять целое в рамках общества на данном историческом этапе развития. А так как общество не состоит всего лишь из двух уровней иерархии — личности и самого общества, а представляет собой значительно более сложное системно-иерархическое образование (включение в схему между личностью и обществом иерархического уровня класса еще не исчерпывает проблемы), его групповые потребности количественно, а

¹ См., например: Ю. Н. Нетесин. Личное потребление как воспроизводство человека: анализ проблемы//Экономическое развитие Прибалтийских республик за 40 лет Советской власти//Тез. докл. межреспубл. конф. Вильнюс, 1980. С. 178—180.

² Например: Б. М. Мочалов. Потребности развитого социалистического общества. М.: Знание, 1975. С. 10; А. И. Левин. Научно-технический прогресс и личное потребление. М.: Мысль, 1979. С. 33 и др.

³ К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч. Т. 20. С. 493.

⁴ Л. Я. Баранова. Личные потребности. М.: Экономика, 1984. С. 6—7.

отчасти и качественно неоднородны, но вместе с тем для каждого иерархического уровня системно определены. Потребности можно рассматривать лишь в рамках схемы табл. 7.1, не упуская из виду условность деления целого на секторы подсистем (см. рис. 7.2). При таком подходе личные потребности окажутся лишь одним из восьми уровней нужд человечества наряду с групповыми потребностями вплоть до глобальной совокупности людей в целом. Предлагаемый подход усложняет анализ, но его осуществление может обогатить наше знание о нуждах человека и его системных объединениях, что весьма существенно для социально-экономической экологии человека. Одновременно, поскольку в нашей схеме (табл. 7.1) личность — лишь одна из сторон человека, личные потребности лучше называть индивидуальными.

Количественная характеристика меры потребности также непростой вопрос. Нельзя не согласиться с тезисом К. Маркса о том, что потребности, удовлетворяемые товарами, потенциально безграничны¹. Тем не менее этого нельзя сказать о физических, естественных или биологических потребностях человека: съесть больше, чем необходимо организму, нельзя, потреблять больше воздуха, чем требуется для дыхания, невозможно и так далее. Верхний уровень большинства индивидуальных потребностей ограничен понятием здоровья. При внимательном рассмотрении удовлетворения товарами, даже с учетом всей потенциальной безграничности этой потребности нетрудно заметить системное ограничение. Оно заключается в природно-ресурсных возможностях. Этот вопрос хорошо проработан в экологической литературе (см. главу 4). Уже сейчас человечество живет не по средствам, так как наметились угрозы изменения глобальной системы жизнеобеспечения: планетарного загрязнения среды, общеземного потепления, вообще термодинамического разлада. Рост товарной массы в широком понимании термина необходим и неотвратим, но потенциально возможен лишь при качественном изменении технологии и самих товаров, их экологичности (см. главу 6). В противном случае богатое человечество погибнет от собственной беспечности, не сохранив среду своего обитания².

Нижний предел обеспечения потребностей тоже кажется очевидным. Это также критерий ухудшения здоровья и гибели индивида, причем такое ухудшение может произойти от изменения любого из секторов индивидуальных потребностей. Подтверждением тому служит наблюдающееся ныне ухудшение здоровья людей, особенно психического — факт настолько известный, что для его аргументации едва ли стоит тратить время³. И это вопреки общему росту удовлетворения человеческих потребностей, особенно экономических.

Критерий сохранения здоровья как будто больше подходит к биологической основе человека: животному тоже нужна пища, возможность обогреться, иметь убежище. Более того, ему необходимо входить в микропопуляции и популяции — аналоги человеческих объединений.

Если же говорить о личности, то важна и этническая среда, и форма трудовой деятельности, и социальная, экономическая определенность. Как самый мягкий и аппетитный бифштекс не может заменить жаждущему глотка воды, а королевская мантия задыхающемуся глотка воздуха, так

¹ К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч. Т. 26. Ч. II. С. 563.

² Для общества рост товарной массы — воздействие на внешние ограничения развития. Переход к внутренним ограничениям (самого роста членов общества) неизбежен. Его механизмы рассмотрены в других местах книги.

³ В бывшем СССР ситуация очень тревожная: примерно 10% населения имеет серьезные психические отклонения, 2,1 млн человек нуждаются в клиническом лечении.

для многоликого человека необходимо удовлетворение всех его потребностей. Дело лишь в степени воздействия и характерном времени разлада системы в случае неудовлетворенности потребностей. Без пищи человек может жить до 35 дней, без воды — 5 суток (при 10% обезвоживании люди теряют сознание, 12% — погибают), без воздуха можно прожить 5 минут. Как скоро разрушается личность при полном или частичном лишении ее этолого-поведенческих, трудовых, этнических, социальных и т. д. благ, недостаточно известно, но ясно, что это рано или поздно происходит, ибо адаптационные способности человека не беспредельны, а внезапная насильственная дезадаптация столь же сложный процесс, как и прямая адаптация.

Работа не по специальности, вхождение в неадекватную социальную группу и т. д. ведет к заболеваниям стресса. При этом, хотя одни потребности не могут быть нацело удовлетворены за счет других, наблюдается определенное компенсационное замещение. Например, повышенный спрос на товары, как полагают¹, служит компенсацией для социально обделенных людей. Если это так, то все потребности людей следует разделить на прямые — основного удовлетворения в оптимальной норме, и компенсаторные, возникающие на основе необходимости замещения части других неудовлетворенных потребностей.

Такое замещение может быть крайне иррациональным. Хороший пример этого дает широко распространенная демонстрационная потребность — необходимость «пустить пыль в глаза». Крайних пределов демонстрационное поведение достигло в Средней Азии, где в условиях опасного недоедания прежде всего детей и женщин глава семьи считает абсолютно необходимым иметь как можно более шикарный автомобиль. Пусть даже за счет голода и смерти собственных детей. Аналогичное демонстрационное поведение весьма характерно для человекообразных обезьян в борьбе за этологическое доминирование. Очевидно, в человеческом обществе мы имеем отзвук давних эпох («встречают по одежке»). Этологический характер демонстрационной потребности кажется очевидным — «провожают-то по уму», но имидж респектабельности невольно запечатлевается в сознании.

Компенсаторные потребности, очевидно, могут быть осознанными, как в примере с повышением спроса на товары, и неосознанными, подсознательными. Примером такой потребности служит комнатное цветоводство и содержание домашних животных как компенсация некогда имевшейся потребности труда в растениеводстве и животноводстве.

В приложении к человеку не следует отрывать биологическое, или инстинктивное, от воспринятого в ходе социализации. Ряд потребностей возникает в ходе ранневозрастного запечатления или даже закодирования наследственно, что отметил еще в 1958 г. И. И. Шмальгаузен, и продолжает служить предметом обсуждения². В ходе анализа, как сказано выше, приходится искусственно расчленять комплекс потребностей человека, помня при этом, что он един. Именно так — чисто методически — можно различить две группы потребностей: материально-энергетические и информационные.

Последней группе — информационным потребностям — особенно не повезло в том смысле, что их нередко относят ко вторичным, а не элементарным. С другой стороны, о познавательных, эстетических, «духовных»

¹ Foa U., Foa E. Measuring quality of life: can it help solve the ecological crisis?//Int. J. Environ. Stud. 1973. V. 5. № 1. P. 21.

² Soran V., Filipaseu Al. Genifondul carpatin si problema conservării lui//Ocrotea natura. 1975. 19. № 1. P. 11—15.

потребностях написано очень много, и вопрос достаточно запутан. Тот факт, что лишение человека адекватной информации приводит к органическим заболеваниям, говорит о первичности информационных потребностей. Они, безусловно, различны в зависимости от исторического момента, возраста и всех прочих качественно-количественных, пространственных и временных характеристик человека, но их едва ли можно рассматривать вне приведенной выше матрицы-модели человека. Информационная составляющая есть в любом из объектов и явлений внешнего мира, а в искусстве, как и в труде, заложена одна и та же основа: потребление готового заменяется созданием нового.

Любые произведения искусства можно рассматривать как информационную модель (изобразительную, звуковую и т. д.) объективно существующего. Это объективная основа реализма, его потребности для людей. Стремление к изобретению нового, а не моделированию имеющегося, приводит к новым веяниям «надреалистического» отображения. В данном случае это компенсация некоторого чувственного неудовлетворения потребностей. Например, оглушающая музыка, вызывающая резонанс клеточной протоплазмы и состояние звукового опьянения — «эстетическая» вредная потребность, фактически не отличающаяся от «потребности» в алкоголе, наркотиках и т. д.

Информационные потребности составляют мир, изучаемый экологией культуры и экологией духа как ее составной части. Наиболее сложен вопрос о соотношении исторически сложившейся материальной и духовной артеприродной среды с вводимыми новациями. Традиционные ценности очень актуальны, но и мир вещей меняется достаточно быстро. Необходим чуткий баланс исторически закрепленного и нового с тем, чтобы не развивалась ностальгия. Иначе возникают крайний национализм, агрессивность и другие черты, хотя относимые к общественным порокам, но самим обществом и порождаемые.

Эстетика мира зависит от культурного развития человека, степени его информированности, детского запечатления природного и культурного разнообразия. Появление телевизора и кино, вообще расширение зрительного кругозора людей создает широкое поле выбора, стирая многие границы, ранее бывшие очень четкими.

Видимо, эстетическую потребность как таковую в системе нужд человека выделить вообще невозможно. Это сложный комплекс необходимой человеку прямой и компенсаторной информации элементарного и вторичного характера. Именно поэтому психологи не могут договориться об истоках эстетических потребностей, их формировании. В нашей схеме потребностей человека материально-энергетические и информационные факторы как неотрывные друг от друга рассматриваются в единстве.

Справедливости ради нужно сказать, что в системе социально-психологических представлений о теории творчества как субъективизированного отражения внешнего мира, и особенно при противопоставлении информационных потребностей вещественно-энергетическим, эстетическая потребность реальна и заслуживает особого анализа как утонченное восприятие отдельных сторон информации. Однако такой ракурс восприятия едва ли жизненно необходим любому «среднему» человеку. Эстетическая потребность обогащает личность, облагораживает ее, делает ее стремления необъятно великими (в смысле величия, а не величины), но это уже особый срез духовной жизни человека, фактически за пределами обычных жизненных нужд. О нем читатель с большой полнотой может узнать из книги, вышедшей около 15 лет назад в издательстве «Наука»¹.

¹ Джидарьян И. А. Эстетическая потребность. М.: Наука, 1976. 191 с.

Возвращаясь к классификационному перечню потребностей, к которому мы добавили еще два критерия — информационно-вещественный (вещественно-энергетические и информационная составляющая потребностей) и прямого или компенсационного характера и, таким образом, критериев деления стало 13, проанализируем весь список. При этом стоит вспомнить также и старую классификацию американского психолога А. Маслоу¹ (Маслова) иерархии насущности потребностей: а) физиологические и сексуальные, б) в безопасности и стремлении к порядку, в) социальные — в группе и одобрении (принадлежности и любви), г) престижные — в уважении «значимых других» (престиже, самоуважении) и д) духовные — в самовыражении и повышении социального статуса. Итого 14 критериев.

Характер и природа возникновения — тот принцип, который положен нами в основу выделения системных секторов потребностей. Они подробно будут разобраны ниже. Деление на материальные и духовные потребности мы предлагаем заменить с нашей точки зрения более емкими и адекватными понятиями вещественно-энергетических и информационных потребностей. Экономическая количественная определенность может быть отнесена лишь на счет экономического сектора потребностей, и этот критерий не может служить основой классификации потребностей в целом. Признак конкретизации кажется очень сомнительным. Деление на конкретные блага (в пище, одежде, ..., культуре, информации и т. д.) и некие абстрактные блага, выступающие как обобщение или сумма этих конкретных потребностей², возможно лишь для отдельных целей анализа, но как систематический критерий не годится из-за разноуровневого подхода. Фактически любое объединение частных делается на этом принципе. Степень удовлетворенности — совершенно иной срез, зависящий от внешних причин, а не от внутреннего механизма сложения потребностей. Это уже количественная их характеристика, а не качественный анализ. То же следует сказать и о критерии настоятельности. Деление по объектам практически повторяет другие классификации (прежде всего, группы 1 и 2 в приведенном выше перечне Л. Я. Барановой). Степень активности вновь количественный показатель. Естественно, что насущные потребности более активны, чем менее насущные, но вместе с тем, активность самого человека в удовлетворении своих потребностей — совсем иной количественный показатель, особый вектор, едва ли вообще имеющий прямое отношение к классификации его потребностей. Можно говорить о рациональных и иррациональных, или «псевдопотребностях». Однако в индивидуальном плане последние одновременно имеют компенсаторный характер, хотя и могут вести к разрушению организма и личности. Возникновение их имеет социальную подоплеку. Такой же характер носит и оценка степени иррациональности. При этом вновь суждение оказывается количественным и лишь через него качественным. Например, наркотики — вреднейшая псевдопотребность, но их использование в медицине — нормальная рациональная потребность. Все зависит от количества, места, цели и способа использования. Мы же не говорим о чае и кофе как о псевдопотребности, хотя потребляем с ними кофеин. Если же это потребление становится невропатологической зависимостью с ростом дозы потребления, то можно говорить о возникновении разрушающей здоровье псевдопотребности.

Сложнее вопрос об индивидуальной и групповой потребности в пред-

¹ Maslow A. H. Motivation and personality. N.-Y., 1954, 1970.

² Мочалов Б. М. Товарное обращение в эпоху коммунистического строительства. М.: Изд-во МГУ, 1965. С. 101—102.

метах и услугах, выходящих за рамки принятой обществом рациональности. Условность и историческая изменчивость этих рамок очевидны. То, что вчера обществом считалось предметом ненужной роскоши, сегодня может оказаться нормой, и наоборот. Однако вновь то, что нарушает личное здоровье и покой других членов общества не может считаться рациональным. Например, охота была насущной необходимостью для присваивающего этапа развития общества. Та же охота в период, когда биологические ресурсы планеты приближаются к полному истощению, делается объектом сверхроскоши, а если она приводит к дальнейшему истощению биоты региона и тем более Земли, и беспокоит общественность, она делается иррациональной для общества. В то же время она может оставаться необходимостью для отдыха и творческой работы отдельных личностей. Снять противоречие можно организацией культурных охотничьих хозяйств, работающих на базе дичеразведения.

Еще сложнее вопрос о регуляции рождаемости. Малодетность — биологически иррациональная потребность, ведущая к ряду неблагоприятных социальных последствий. Но многодетность в условиях демографического перенасыщения — не менее иррациональная групповая и индивидуальная потребность. Очевидно, в подобных случаях следует целенаправленно прибегать к механизмам компенсации одних потребностей другими, с открытыми глазами подходя к возможным последствиям такой компенсации. Наиболее известный пример — «замена» многодетности высоким образованием женщин (женщины с высшим образованием в среднем имеют в 1,5—3,5 раза меньше детей, чем женщины с начальным образованием). Но это ведет к предпосылкам разрушения семьи и ряду других общественных аномалий и «аномалий» (в частности, к «свободе секса», гомосексуализму и т. п.).

В целом иррациональность можно определить как нанесение ущерба себе и/или обществу в результате использования каких-то возможностей. При этом индивидуальный ущерб, как правило, становится и общественно значимым. Например, то же нерациональное питание стало общественным злом в большинстве развитых стран мира. Игнорирование заботы о собственном здоровье общественно порочно.

Нереальные потребности не могут быть отнесены вообще к потребностям человека. Например, Л. Я. Баранова в цитируемой книге (с. 50) называет нереальной якобы существующую потребность в массовых космических путешествиях. Едва ли подобные «потребности» вообще существуют, хотя политический престиж заставляет соревноваться даже в этой довольно абстрактной области, например, за посылку в космос корреспондента той или другой страны первым. Фактически от того, полетит кто-то из газетчиков в космос или не полетит, человечество ничего не выиграет и не проиграет.

Социально перспективные и социально бесперспективные потребности обсуждаются лишь в экономической литературе. Они заслуживают внимания, поскольку, скажем, желание иметь много детей ныне в мировом сообществе — социально бесперспективная потребность, но в пределах отдельных государств и регионов оно поощряется и социально перспективно (с определенными ограничениями). Однако социально перспективные потребности одновременно оказываются и общественно рациональными. Если же речь идет о будущих потребностях, то здесь классификация уже во времени. Соединять ее с одномоментной классификацией методологически неверно. Наконец, иерархия насущности потребностей в трактовке Маслоу имеет скорее чисто социально-психологический, чем комплексный характер и едва ли годится для общей классификации, хотя сам принцип учета насущности следует учитывать.

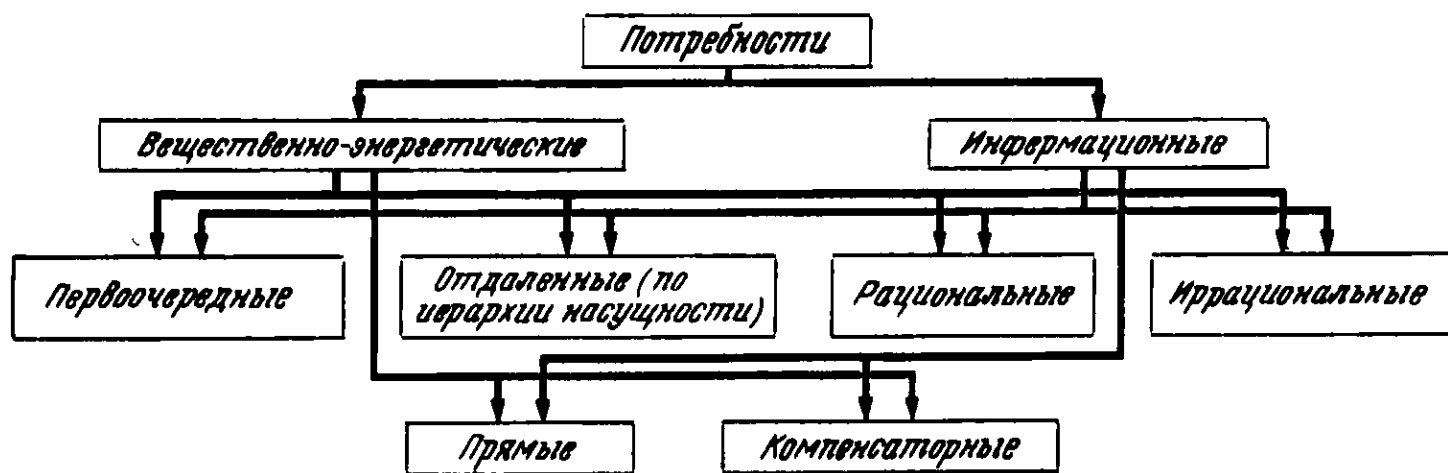


Рис. 7.3. Общая схема потребностей человека

Анализ существующих классификаций приводит к выводу, что не все их критерии годятся для научной систематики явления. Можно принять следующую общую схему разделения потребностей человека (рис. 7.3.).

Таким образом, в нашей классификации сохранено лишь 4 качественно-количественных критерия внутреннего, а не внешнего для человека характера. При этом, очевидно, можно говорить, например, о прямых, первоочередных, рациональных, вещественно-энергетических потребностях и других аналогичных им группах как целом, т. е. предлагаемая классификация не разрывает, а объединяет группы потребностей человека.

Трактуя потребности как нечто единое и неразрывное, состоящее из материально-энергетических и информационных частей, частично компенсирующих друг друга и различающихся временем возникновения последствий, рациональностью или нерациональностью, как неотъемлемое свойство человека, мы до сих пор не перечислили самих конкретных групп потребностей. Очевидно, наиболее крупными градациями выступают нужды, связанные с основными модельными подсистемами большой системы «человек». Приведем перечни потребностей в том же порядке, что и в пространственной модели (рис. 7.3) и табличной матрице (табл. 7.1), заметив, что каждый пункт перечисления имеет, как правило, групповой характер, потребности человека в зависимости от места, исторического времени, индивидуальных и возрастных особенностей людей. Эти «группы групп» приблизительно следующие.

А. Биологические (анатомо-физиологические, физические, или естественные) потребности человека:

1) возможность физического существования человека, обеспечиваемая отсутствием стихийных бедствий, длительных голодовок, повальных моров, хронических болезней раннего возраста и т. п., повторяющихся чаще воспроизводственного цикла населения;

2) тепловой, радиационный и магнитно-волновой комфорт (возможность поддержания нормальной температуры тела, выработки гуморальных веществ, поддерживающих здоровье, и отсутствие генетических разрушений в первом и последующих поколениях под влиянием волновой среды);

3) состав воздуха, не приводящий к физиологическим, а тем более морфологическим или генетическим аномалиям, неприятным ощущениям и губительным последствиям, особенно в ряду поколений (химический, ионный и т. д. состав воздуха);

4) питьевая вода, потребление которой не вызывает отрицательных эмоциональных, физиологических, патолого-морфологических, устойчивых эпидемиологических и генетических неблагоприятных последствий;

5) сбалансированная по калорийности, химико-элементному (макро- и микроэлементы), органико-вещественному (белки, жиры, углеводы) и национально-вкусовому составу пища (включает также тонизирующие и др. привычные напитки, приправы и т. п.);

6) полноценный сон, другие виды отдыха (рекреации);

7) защищенность от паразитарных и вирусно-бактериальных заболеваний и геохимических эндемий, в том числе любых антропогенных загрязнений (ядохимикатами и т. д.), при-

водящих к массовым аномалиям (но тем не менее, при сохранении некоторого эпидемиологического «фона» для естественного отбора);

8) биологический информационно-пространственный комфорт — защищенность от «стресса присутствия» — переуплотнения человеческих популяций — и «стресса отсутствия» — их сверхразреженности (К. Обуховский¹ включает эту группу в потребности в эмоциональном контакте);

9) комфорт природной, главным образом биогенной среды (в том числе информационный) — адекватное воздействие экосистем (в основном растительности, отчасти животных) на организм человека (через фитонциды и др. биогенные факторы), наличие микрофлоры симбионтов (например, кишечных) и т. п.;

10) наличие подходящей субстратной среды — благоприятных механических свойств земной поверхности, воздействующих на человека через напряжение мышц, отсутствие пыли и т. д.;

11) определенное положение человека в пространстве и частота смен этого положения (высота нахождения над уровнем земли, соотношение человека с осями растительности, отношение к вертикалям зданий и т. д.);

12) определенная степень подвижности и трудовых занятий как биологических факторов (профилактика гиподинамии и биологической дисинформативности);

13) определенный трудовой и жизненный «индивидуальный участок», (определяемый транспортной доступностью, влиянием транспорта на организм человека, подвижностью самого человека в данных условиях природной среды, жизненно-квартирными условиями, сменой первого и второго жилища, местными и национальными традициями и т. п. факторами);

14) продолжение рода как биологическое стремление к размножению;

15) сексуальная потребность, отличающаяся у человека от стремления к продолжению рода (степень «сексуальной сытости»);

16) выделительная потребность, биологически связанная с пространственным комфортом, так как речь идет не об индивидуальном процессе выделения (в физиологическом смысле — кал, моча, пот, выделения с дыханием и т. д.) и восприятия его другими людьми, но о сопряжении всех выделений людей в некоторый «биологический климат» (местный и региональный).

Большинство из очерченных групп анатомо-физиологических потребностей людей самоочевидны и не требуют специальной расшифровки. Комментарии, видимо, необходимы к потребности человека в пространстве и правомочности разделения стремления к размножению и сексуальной потребности человека, на которую очень пристальное внимание обращают психологи.

Пространственный комфорт складывается у человека из многих составляющих частоты и тесноты контактов, начиная от матери с новорожденным и кончая уходом за пожилыми людьми. Популяционные механизмы воздействия особей друг на друга связаны с информационными и вещественно-энергетическими факторами. Люди должны видеть себе подобных, но в некоторой оптимальной норме. Этим оправдана восьмая группа в вышеприведенном списке биологических потребностей.

Известно, что человеческий организм выделяет около 400 химических соединений, принадлежащих к 22 группам (в стоматологических отходах насчитывается до 149, кожных выделениях — 271, кишечных — 196 веществ и т. д.). Очевидно, химический «климат» не безразличен для людей, как и для животных. Однако животные имеют собственный индивидуальный участок, ограниченный лишь биологическими и этологическими механизмами (последние играют роль и в человеческом обществе — см. ниже), человек же организует пространство также и социально-экологически. Транспортная доступность, скажем, места работы меняется с совершенствованием средств передвижения, стоимости проезда и т. д. Однако здесь имеется биологическое ограничение, связанное с вредным влиянием шума, вибрации, ускорений и т. д. факторов на организм человека. Особенно сильно воздействие ультра- и инфразвука, как правило, сопровождаю-

¹ К. Обуховский. Психология влечений человека. М.: Прогресс, 1972. С. 157—180.

шего движение транспорта. Шумовой фон вызывает явления, сходные с морской болезнью, сонливость, упадок сил, плохое настроение, агрессивное и асоциальное поведение людей. Следовательно, расстояние до места работы не только социально-экономический, но и географо-биологический фактор.

Особо стоит вопрос взаимоотношений «отцов и детей», иногда приобретающий характер геронтофобии или старческого деспотизма. В нормальной социальной среде при должном экономическом обеспечении и социальной защищенности он не возникает. Огнеземельцы когда-то съедали стариков. Но именно ценность накопленной старшими поколениями информации позволила человечеству перейти от фазы дикости к культуре. Мудрость старших, как известно, почитается в большей части мира, хотя нередко их социальная роль ограничивается из-за возникающей социально-психологической ригидности, неспособности воспринимать новое. Оптимум разделений и соединений поколений всюду специфичен. Часто семья не может нормально жить без бабушки, а иногда и дедушки, но необходима и определенная степень изоляции, независимости поколений (в США она возведена почти в абсолют). При этом внуки иногда ближе не к родителям, а к предыдущему поколению, с которым они меньше конфликтуют из-за значительной разницы в возрасте и большей гибкости («доброты») бабушек и дедушек. Идеальный случай гармонии возможен лишь в обеспеченном, демократическом обществе.

Потребность в продолжении рода и сексуальном удовлетворении¹ у людей разделена уже многие века. Еще первобытные люди в ряде мест знали способы предохранения от беременности, а современные достаточно четко ощущают разницу между желанием иметь ребенка и необходимостью сексуальной «сытости». Кинофильмы с оттенком эротики, эротические и порнографические издания и шоу никак не связаны с потребностью в продолжении рода, стремление женщин и мужчин быть привлекательными отнюдь не означает их желания размножаться. Сексуальные потребности человека значительно шире его биологического стремления к размножению. Любовь как стимул вдохновения, протосексуальная детская связь полов, сексуально-дружеские отношения мужчины и женщины, создающие биологическую основу единства семьи, просто информативная сторона удовлетворения сексуальных потребностей, как кажется, достаточно убедительно говорят об этом.

Патологические состояния из-за отсутствия адекватного межполового общения и развития сексуального голода особенно характерны для юношеского возраста. Они обострены акселерацией. Иногда сексуальный голод перерастает в свою противоположность — половую распущенность и следующие за ней половое истощение, ведущие порой к деградации личности. Расплата наступает в зрелом возрасте или сразу же в молодости. Достаточно взглянуть на выморочных, безобразно выкрашенных, с опухшими глазами, хрипыми голосами, курящих, а то и злоупотребляющих наркотиками совсем юных девиц и парней, чтобы понять актуальность вопроса. В эпоху СПИДа проблемы межполовых отношений и снятия сексуальной озабоченности можно считать одними из ведущих. Для человечества опасность таится в том, что мутация вируса с приобретением свойства передачи его воздушно-капельным путем, как уже было сказано в предыдущих главах книги, весьма вероятна. А это опасность отнюдь не меньшая, чем ядерная катастрофа.

¹ Сексуальной потребности много внимания уделил К. Обуховский в цитированной книге (с. 101—119). См. также: Эглите П. А. Иерархия потребностей и репродуктивное поведение // Проблемы уровня жизни и демография. Рига, 1979. С. 164—173.

Стремление к размножению и удовлетворению сексуальных потребностей играет очень большую роль в жизни человека. Малодетная семья биологически не удовлетворяет женщину, и в результате возникает огромное количество компенсаторных потребностей, главным образом экономического, но отчасти этолого-поведенческого, трудового и социального характера. Компенсаторные реакции часто бывают неадекватными. Например, казалось бы, малодетность должна приводить к общему чадолюбию, а не к фактически наблюдаемой агрессивности, маскулинизации, стремлению к этологическому доминированию в группе и т. п. явлениям. Дисгармония в области отношений полов, о которой ярко писал еще И. И. Мечников¹, имеет как биологические, так и социально-экономические предпосылки и чаще усугубляется, нежели ослабляется общественными механизмами, хотя сами эти механизмы исторически менялись достаточно глубоко. Следует пожалеть, что глубоких комплексных исследований этих вопросов в условиях нашего общества не проводилось. В работах фрейдистского и социально-биологического толка можно найти верные положения, но эти работы как правило односторонни, и на их основе довольно трудно выявить объективные потребности, подлежащие максимальному удовлетворению.

Для свободных обществ характерно спокойное отношение к сексуальным проблемам. Судя по традициям некоторых северных народов и не только их, ревность отнюдь не изначальное свойство человека. Известно благодушное отношение французов и других вполне цивилизованных народов к «треугольникам» и «четыреугольникам». Во всех свободных странах нет запрета на сексуальные журналы и зрелища. Это отнюдь не ухудшает нравы, зато дает компенсацию сексуального «голода», характерного не только для юношеского возраста. Он возникает у мужчин примерно с десятилетним интервалом и связан не только и не столько с действительным «голодом» в этой сфере, сколько с функционально-гормональными перестройками мужского и женского организма. Определенная свобода секса, хотя бы компенсаторная, в виде зрелищ (стриптиз и т. п.), необходима и неизбежна. В противном случае характерны состояния тяжелого стресса. Норм тут нет и быть не может. Все зависит от индивидуального состояния людей и, конечно, ограничено свободой выбора. Насилие недопустимо.

Очень много семейных трагедий связано с так называемыми «изменами» супругов. Если явление не имеет характер сексуальной распущенности и поведение человека не вызывающе, то «измены» отнюдь не всегда фатальны для семьи. Домашние обеды хороши, но и еда в ресторане не смертельна. Важно сохранение мира и согласия. Как правило, для мужчины первая его женщина — самая лучшая, если уже была достигнута гармония отношений. Все остальное — повторение пройденного, если конечно, не было дисгармонии. Кроме того, необходимо учитывать возрастной фактор: и мужчина и женщина в течение жизни меняются очень существенно как психологически, так и сексуально.

Обычно социологи обращают внимание на взгляды будущих или состоявшихся супругов на жизнь и констатируют их совпадение либо несовпадение. При всей значимости социально-психологических ценностей и близости культур партнеров они в большей степени поддаются конвергенции, чем изначальный сексуальный тип мужчины и женщины. И хотя «все мужчины одинаковы» и «все женщины одинаковы», это отнюдь не так.

Можно выделить два основных типа сексуального поведения мужчин (оно бывает у разных людей или развивается у одного и того же человека). Первый тип — активный «бабник», иногда даже не нуждающийся в выбо-

¹ И. И. Мечников. Этюды о природе человека. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 289.

ре ни напарницы, ни способа ее получения. Такие лица могут стать и насильниками при расторможении (во хмелю и т. п.). Обычно они ревнивы, легко изменяют, утаивают деньги. Второй тип — половой партнер, получающий удовлетворение лишь при полной взаимности, а иногда и активности женщины. Первый «работает» на себя, второй в паре или на партнершу; ему важнее доставить ей, а не себе удовлетворение. Определить доминирующий тип мужчины заранее довольно трудно: он сам часто его не знает, да и тип может меняться в зависимости от физиологического состояния и возраста. При внимательном наблюдении обычно можно выяснить основные психологические черты юноши. Многие зависят от воспитания, данного матерью. У зрелого человека тип стабилизируется.

Второй тип мужчин для большинства женщин предпочтительней, так как легче достигается гармония (предупреждение желаний, синхронность дыхания, даже сердцебиения и т. п.), но не все женщины готовы быть активными. Кроме того, многие имеют комплекс ложного стыда (это «неприлично», «стыдно»), что осложняет их сексуальные отношения с мужем. Поскольку очень многие женщины в той или иной степени фригидны, они должны вырабатывать культуру секса, входить, вернее, гармонично вливаться в половую игру. Стандартов тут нет. Хотя все счастливые семьи похожи друг на друга, общих рецептов счастья не существует (стимулом его может быть даже порнографический журнал для мужа).

Половая холодность женщины чаще всего стессогенна (наш образ жизни с его дефицитом положительных эмоций очень способствует этому). В нормальных условиях в семье можно добиться положения, когда жена получает наслаждение или хотя бы психологическое удовлетворение от сексуальных контактов с мужем. Нужно лишь найти оптимальные формы поведения и воздействия.

Женщин (европейской культуры, о других культурах речь не идет) можно разделить на три типа: «жен», «любовниц» и «проституток» (корыстных наложниц) вне зависимости от темперамента, фактического положения вещей и количества половых партнеров. «Жена» может быть женщиной легкого поведения, а «проститутка» — самой верной Пенелопой. Суть вот в чем. Тип жен характеризуется легким вхождением в гармонию с мужчиной, способностью отрешиться от себя, стать неотъемлемой «половиной». Такие женщины чадолюбивы, «уходят» в детей, внуков. Иногда это бывает во вред мужу, характеру отношений с ним, даже приводит к семейным неурядицам. Тип любовниц характеризуется внутренней жаждой власти и личной свободы, отсутствием жертвенности («я его так любила, а он...») и всепрощения. Семья таких женщин состоит из двух отдельных половин, как кастаньеты. Часто в такой семье складывается отдельный бюджет мужа и жены, жена утаивает деньги, в то время как женщины первой группы нередко жалеют тратить деньги на себя. Нередко в таких семьях главой является женщина, старающаяся подавить мужа любыми средствами. Свобода может заключаться и в многодетности. Однако чаще всего она в стремлении к высокому социально-психологическому общественному статусу, заметности в своей социальной группе. Часто женщины этого типа очень общительны, имеют много подруг и знакомых, чего не бывает у женщин первого типа. Третий тип женщин характеризуется четкой имущественной доминантой поведения — выйти замуж за «выгодного» партнера, выгодно отдать дочку или женить сына, просто подработать на основе древнейшей профессии, если нет осуществления мечты. Обеспеченность — основное желание, все остальное на втором плане. Такие женщины часто стремятся выйти замуж за хорошо зарабатывающих военных, нередко избирают более

старших, уже вполне солидных мужчин. Они боятся не измен, а оттока материальных средств. Внешне могут быть заботливыми, любящими женами. Что касается сексуальных потребностей то по этому признаку женщины трех типов различаются мало. Если нет патологии, то «муж и жена — одна сатана»: они знают, как сексуально насытить друг друга.

Однако измены случаются. Чаще всего они имеют характер либо попытки отобрать понравившегося партнера, либо основаны на избытке сексуальных потребностей, информационной неудовлетворенности. Если тип новой женщины оказывается конгруэнтным типу мужчины, возможен развод. Женщинам первой и третьей групп больше подходит второй тип мужчин, а женщинам-«любовницам» — первый.

Полигиния мужчин, видимо, предопределена экологически. Фактически многие женщины также склонны к полиандрии (иначе не осуществлялась бы и полигиния). В основном действуют социальные и экономические тормоза, с эмансипацией женщин сильно ослабляющиеся. У мужчин чаще бывает неспровоцированное желание иметь дополнительную половую партнершу без «серьезных» намерений. Женщины же, если они не имеют мужа или он их не устраивает, как правило, стараются матримонially закрепить «успех», женить на себе. Эта разница служит источником дополнительного стресса для обеих сторон. Психологическая дисгармония очень велика. Иногда существенны буквально пустяки.

Существует заблуждение, что в измене супруга кто-то «виноват» (разлучница — она «лучше», собственная недостаточность, какое-то неблагополучие и т. п.). Видимо, это неверно. Мужчина может изменить совершенно неспровоцированно, иногда чисто случайно, иногда закономерно в период физиолого-психологической тревоги, когда он готов это сделать в любую минуту с любой более или менее подходящей партнершей, лишь бы выдался случай. Причина такого состояния, видимо, гуморальная. Получив объект временного обожания, мужчина успокаивается и в подавляющем большинстве случаев психологически возвращается к жене. На физические контакты такие измены никак не влияют. Наоборот, сексуальное внимание может резко и устойчиво возрасти. В связи с этим может быть полезно существование публичных домов. Вообще их роль неоднозначна. Определенным образом организованные, они скорее полезны, хотя отнюдь не каждый мужчина, а тем более женщина пойдет туда, в этот ресторан любви как чисто сексуального потребления. Много зависит от силы потребности и тысячи других условий.

Сколь тонки и значимы даже такие нюансы человеческих потребностей, как частота приема пищи и национально-вкусовые предпочтения, свидетельствуют два примера. Было показано, что двукратное питание в течение суток, хотя и дает организму значительно меньше калорий, чем четырехкратное (соответственно 2131 ± 705 и 3005 ± 831), приводит к ожирению в 33,4 % случаев против 20,0 %. При этом риск коронарного заболевания возрастает с 25,0 до 32,9 %¹. Известно также, что сохранение традиционного питания эмигрантов (например, японцев в США) способствует более длительной их жизни и меньшей заболеваемости. Это характерно и для мигрантов из сельской местности в урбанизированную.

Обсуждаемую группу потребностей нередко делят на собственно биологические и экологические потребности, относя к последним нужду

¹ Pertkiewicz K., Kulesza W., Chwojnowska Z., Rywik S., Sobotowska M., Radzапowska J., Kupsc W. Wplyn CZES-tosci spozywanta posilkow na ryzyko choroby wiecowej u mierzuzn w wicku 40—50 lat z wybranych warszawskich zakladow pracy//Prz. lek. 1981. 38. № 11. P. 825—830.

в определенной природной, а иногда и социальной среде. В принципе такое разделение возможно, но, пожалуй, оно в связи с социально-биологической сущностью человека сильно пересечется с другими группами его потребностей, особенно с этологическими. Есть и другое деление — на экологические потребности, удовлетворяемые путем прямого присвоения продуктов природы, и экономические, удовлетворяемые через общественное производство. Это деление скорее экономического характера, чем общего¹.

Очень близки к биологической группе потребностей этолого-поведенческие нужды человека, сформулированные в виде шести подгрупп.

Б. Этолого-поведенческие (психологические) потребности человека:

1) вхождение в этологическую группу, в которой раскрываются поведенческие свойства особи (доминирование, подчиненность и т. д.) — потребность психолого-эмоционального контакта;

2) создание своей группы (в том числе семейной) — для доминирующих особей, вхождение в свою эталонную группу — для подчиненных особей;

3) определенная плотность однозначных групп в коллективе и адекватная иерархия этологических групп (механизм снижения этологических стрессов, обеспечиваемый пространственно-временной разобщенностью групп и их определенным соподчинением в иерархии совокупностей);

4) определенная степень общения и изолированности отдельных особей (в т. ч. родителей и детей) и элементарных этологических групп и их альфа-доминантов, предотвращение их агрессивности, оптимальное «личное пространство»² в его этологической основе (эта потребность почти сливается с пунктом 8 биологических потребностей);

5) определенный этологический «климат» — поведенческий склад и тип для данной человеческой совокупности (например, «темп жизни»);

6) определенный «этологический пейзаж» (сочетание природной среды и среды «второй» и «третьей» природы, создающее этолого-поведенческий «климат» спокойного комфорта — наличие этологически комфортного жилища, «цветущего края», связанного с другой стороны с этническими характеристиками потребностей человека).

Этологическая группа отличается от соответствующего социального объединения потребностей тем, что малая социальная группа и другие социальные совокупности формируются как некие «надстройки» над этологическими. В детских коллективах, как уже бегло упомянуто выше, доминирование и подчиненность проявляются особенно ярко. Всегда есть дети, стремящиеся быть «генералами», «папами», «мамами», и другие охотно мирящиеся с положением «солдата», «сына» или «дочери». Именно такое игровое положение их устраивает. Позже, у взрослых, этологическое доминирование затушевывается социальными ролями, но выбор этих ролей в неформальных группах все-таки зависит от этологической подосновы. Она продолжает резко проявляться в семье, где доминант чаще «разряжается» на домашних, а подчиненный член семьи оказывается страдающей стороной. При этом в норме «разрядка» и «страдание» полезны обеим сторонам (если не принимают форму грубых семейных скандалов, а лишь соответствуют поговорке «милые ссорятся — только тешатся»).

Доминирование может проявляться лишь в коллективе, поэтому формирование этологической группы людей — необходимое условие для возникновения иерархии. Доминант обычно ищет ведомых — первый знакомится, у детей — приглашает к играм и т. д. В семье, складывающейся из двух лиц, стремящихся к доминированию, обычно не бывает мира, и такая семья нередко быстро распадается. Путаница, существ-

¹ Черезов С. П. Фактор окружающей среды в воспроизводстве рабочей силы при социализме // Природопользование в системе общественного воспроизводства. Л., 1986. С. 110—126.

² Gold J. Territoriality and human special behavior // Progr. Geogr. 1982. V. 6. № 1. P. 44—67.

вующая в современной популярной литературе, пытающейся определить главу семьи, возникла в связи с чисто экономическим или социально-экономическим пониманием этого важного образования¹. Глава семьи — это прежде всего этологически доминирующее лицо, чаще муж, но нередко и жена. Лишь на втором месте находятся социальный статус и экономическая характеристика. Это следует хотя бы из того, что социально-экономические показатели непосредственно, органически не связаны с семейной группой, а находятся в системе более иерархически обширных образований (см. табл. 7.1).

В силу ряда причин и в том числе, с одной стороны, воспитания детей в больших коллективах, где этологическая структуризация подавляется достаточно четко, а с другой, в малодетных семьях, где ребенок оказывается центром социальной группы, и потому его социализация идет искаженным путем, этологические характеристики молодых людей нередко оказываются размытыми. Отсюда возникновение «безголовых» семей, легко разрушающихся под влиянием вновь образующихся знакомств с нормальной этологической структурой. Очень условно при этологической характеристике брачной пары как двух «минусов» или «плюсов» встреча с противоположным знаком ведет к «отталкиванию» в первоначальной паре и «притягиванию» во вновь образующейся.

Подробное разъяснение содержания групп этологических потребностей едва ли требуется. Они в значительной мере унаследованы от предков человека и затушеваны, или «сняты», в философском смысле слова, другими человеческими качествами. Это приводит, как уже отмечено выше, к тому, что исследователи не обращают на них внимание, даже активно игнорируют. Подобное отношение характерно и для этнических потребностей человека. Поскольку здесь нельзя обойтись без расшифровки базового понятия «этнос», для упрощения положения сошлемся на обширный обзор Ю. В. Бромлея «Очерки теории этноса»² и определение этноса в Демографическом энциклопедическом словаре³: «Этнос (от греч. *ethnos* — общество, группа, племя, народ) — исторически сложившаяся устойчивая общность людей — племя, народность, нация... В ходе развития хоз. связей, под влиянием особенностей природной среды, контактов с др. народами и т. п. внутри этноса складываются характерные черты материальной и духовной культуры, групповых психологических характеристик, вырабатывается этнич. самосознание, видную роль в котором играет представление о какой-то общности происхождения или исторических судеб входящих в этнос людей...»

Уже из этого отрывка ясно, что этнос — особое эколого-социально-экономическое образование в человеческом обществе, а этнические особенности и потребности несводимы ни к каким другим группам потребностей. Особенно следует подчеркнуть связь истории формирования этноса с особенностями природной среды, на которой настаивает Л. Н. Гумилев, в том числе с культурным ландшафтом, вообще с «экологией культуры» Д. С. Лихачева. Этнические потребности человека можно объединить в следующие группы.

¹ Такой ограниченный подход хорошо виден по статье «Глава семьи» в Демографическом энциклопедическом словаре (М.: Сов. энциклопедия, 1985. 608 с., написанной А. Г. Волковым. Эта статья отражает традиционный формализованный, в основном экономический подход к понятию, что едва ли полностью отражает его смысл. Как кажется, вернее комплексный эколого-социально-экономический анализ и объем понятия.

² М.: Наука, 1983. 412 с.

³ М.: Сов. энциклопедия, 1985. С. 543.

В. Этнические потребности человека:

1) этническая самостоятельность: осознанность объективного существования своего этноса — эколого-социально-экономической совокупности, формирующейся на грани между «биологическим» и «социальным» человеком под влиянием природной, квазиприродной, артеприродной и социальной среды в их интеграции (наличие чувства объективности существования своего нврода);

2) принадлежность к этнически самостоятельной группе (сознаваемая и неосознаваемая), материализующаяся через национальную одежду, быт, обычаи и другие знаки этнической включенности;

3) определенная численность этноса, дающая уверенность в устойчивости его существования;

4) пейзаж «родной природы», адекватный истории формирования и развития этноса — этнический «цветущий край» (часть природной среды и среды «второй» природы, запечатленная «этнической наследственностью»);

5) соответствующая (запечатленная в «этнической памяти» с детства) среда «второй» и «третьей» природы (архитектура, культурные ландшафты, организация населенных мест и т. д., в целом «экология культуры»).

Определенный социально-экономический и трудовой фон для реализации этнических потребностей можно отнести как к этой группе, так и к другим соответствующим группам (социальной и экономической).

Видимо, к совокупности этолого-поведенческих (психологических) и этнических потребностей человека в основном относятся так называемые эстетические потребности, хотя элементы эстетики есть и в биологических, и в любых других нуждах человека. Красота — это особый строй, структура, обычно отражающая какое-то совершенство, притом нередко весьма условное. Это блестяще-иронически выражено Лукрецием Каром на примере идеализации объекта любви мужчинами:

Черная кажется им «медуницей», грязнуха — «простушкой». Коль сероглаза она, то — «Паллада сама», а худая — «козочка». Карлица — то «грацнозная крошечка», «искра».

Дылду они называют «величавой», «достоинства полной». «Мнло щебечет» заяка для них, а немая — «стыдлива». Та, что несиосно трещит беспрестанно, — «огонь настоящий».

«Неги изящной полна» тщедушная или больная. Самая «сладость» для них, что кашляет в смертной чахотке. Туша грудастая им — «Церера, кормящая Вакха». Если курноса — «Силена», губаста — «лобзания сладость»¹.

И на этот раз представляется, что подробные комментарии к выделенным группам этнических потребностей едва ли нужны. Их можно, конечно, развернуть в широкое полотно, аргументировав конкретными фактами, но это дело специалистов этнологов (или, как чаще еще говорят, этнографов), на работы которых опирается автор в этих заметках.

Еще в большей мере специальны социальные (и социально-психологические) потребности человека. Их проблематике посвящено буквально необозримое число работ, начиная (не хронологически, а по популярности и охвату вопросов) с очень широко известной книги Т. Шибутани² и обширной литературы, появившейся с 70-х гг. прошлого века — со Спенсера, Парка и др. Максимально, что можно сделать в нашей работе, — это перечислить группы социальных потребностей как они представляются с точки зрения комплексной экологии человека. Кстати, эта научная дисциплина также настолько развилась, что может конкурировать

¹ Лукреций Кар. О природе вещей. М., 1946. С. 273—274.

² Шибутани Т. Социальная психология. М.: Прогресс, 1969. 535 с. В книге обобщена англоязычная литература, главным образом американская. Европейские работы в значительной своей части рассмотрены неоднократно упоминавшимся выше К. Обуховским. Определенное внимание социальным потребностям человека уделено в книге: А. А. Бодолев. Восприятие и понимание человека человеком. М.: Изд-во МГУ, 1982. 200 с., а ранее в сборнике: Теоретические проблемы психологии личности. М.: Наука, 1974. 319 с. Межгрупповые отношения стали центром в книге: В. С. Агеев. Психология межгрупповых отношений. М.: Изд-во МГУ, 1983. 144 с. Но повторим: литература на рассматриваемую тему необозрима.

с социологией и социальной психологией на nive изучения социальных потребностей человека, хотя крупные обобщающие работы, написанные с общеэкологических позиций нам неизвестны.

Прежде чем приступить к перечислению групп социальных потребностей, заметим, что как и во всех других случаях, речь идет как об индивидуальных, так и групповых нуждах, однако эти последние, как правило, бывают наиболее выпукло выражены именно через потребности отдельного человека. Так, например, гражданские свободы равно нужны личности, социальной клике (включающей узкую группу тесно знакомых единомышленников), малой социальной группе и т. д. (см. табл. 7.1), но все это фокусируется прежде всего на отдельном человеке, который в условиях тоталитарного режима или диктатуры может лишиться и свободы, и жизни, а в условиях демократии удовлетворит максимум социальных потребностей. Социальные потребности объединяются в следующие группы.

Г. Социальные (и социально-психологические) потребности человека:

- 1) гарантированные законом или обычаями гражданские свободы (совести, волеизъявления, места проживания, равенства перед обществом и законом и т. д.);
- 2) конституционные или традиционно-общественные гарантии и общая степень уверенности в завтрашнем дне (отсутствие или наличие страха перед войной, иным тяжелым социальным кризисом, потерей работы, изменением ее направленности, голодом, лишением свободы за убеждения или высказывания, бандитским нападением, воровством, неожиданным острым или хроническим заболеванием в условиях плохо организованного здравоохранения, инвалидностью, старостью, распадом семьи, ее незапланированным ростом и т. д.);
- 3) моральные нормы общения между людьми;
- 4) свобода познания и самовыражения, в том числе через уровень образования, изобразительное и другие виды искусства, максимальной отдачи сил и способностей людям, обществу с получением от них знаков внимания;
- 5) чувство нужности обществу (личной и эталонной для человека группы), а через него нужности самому себе;
- 6) возможность образования социальных групп различного иерархического уровня и свободного общения с лицами своего круга — своей этнической, социальной, трудовой, экономической группы и их половозрастных модификаций как непосредственно, так и через средства информации;
- 7) сознание своего пола и возраста, следование их общественным нормативам;
- 8) наличие или возможность образования семьи как социальной ячейки;
- 9) соответствие выработанных в ходе социализации стереотипов и идеалов реальным общественным нормам (совпадение индивидуальной картины мира с реальной действительностью) или терпимость общества к индивидуальным стереотипам, отличающимся от сложившихся общественных норм (если они не переходят в патологию);
- 10) равномерность информационно-познавательной среды (без информационных перегрузок и информационного «вакуума»);
- 11) определенный социальный фон для удовлетворения остальных групп потребностей человека.

Поскольку в табл. 7.1 социальный ряд не включает семью как таковую, следует разъяснить, что социальная близость супругов делает их неким центром социальной клики. Если этого не происходит, если в семье нет социальной близости, такая семья ущербна и в подавляющем большинстве случаев распадается. В семье же прежде всего возникают и специфические производственные интересы, хотя это нередко игнорируется, даже пресекается как «семейственность». «Трудовые династии» в любом виде труда чрезвычайно эффективны, но обычно относительно эффермерны при широком социальном выборе: дети вольны избрать себе другую профессию и нередко используют это право.

Трудовые потребности мы намеренно пропустили при перечислении, хотя в табл. 7.1 они помещены в 3-й колонке между этолого-поведенческими и этническими. Труд — эволюционно-физическая нужда человека, окрашенная в социальные тона, поэтому логически расположить

трудовые потребности, как и «трудового человека», в системе целого возможно и так, как это сделано в табл. 7.1, и между социальным и экономическим рядами. В таблице выбрана третья колонка, так как именно взаимоотношение поведения человека с его трудовой деятельностью дает подоснову для образования этнических совокупностей, социальные отношения в которых скорее «надстроечного», чем «базисного» характера. Основные трудовые потребности можно свести к следующим группам.

Д. Трудовые потребности человека:

1) потребность в познании, ориентировке в окружающем человека пространстве (среде) и его (ее) изменении во времени;

2) труд (игра для детей) по возрасту, полу, физическим и умственным способностям;

3) образование и труд по сложившимся или возникшим интересам (часто семейно-традиционным);

4) обеспечение труда адекватными возможностями его осуществления (природной, квази- и артесредой, ресурсами, материальными предпосылками, этолого-поведенческими и социальными отношениями в коллективах, средствами информации, помощниками и т. д.);

5) адекватное поощрение труда — материальное (равная плата за равный труд в рамках существующего естественного спроса на него и повышенная за более квалифицированный и интенсивный труд высокой общественной необходимости для обеспечения удовлетворения возрастающих при интенсификации труда биологических и социальных потребностей) и моральное (компенсация этолого-социальных издержек интенсивного труда);

6) труд как социально-адаптационный процесс приспособления общества к меняющимся региональным и глобальным условиям существования (в последнее время с увеличением роли науки как адаптационной и преадаптационной системы — непосредственной производительной силы общества).

Переход от трудовых потребностей к экономическим кажется совершенно естественным. Однако несмотря на наличие обширной литературы по экономическим нуждам, где авторы нередко вообще все потребности человека сводят к экономическим¹, фактически нигде не удалось найти абсолютно специфических именно экономических потребностей, отчлененных от других нужд человека. Экономическая необходимость возникает лишь тогда, когда человек стремится удовлетворить какие-то другие свои нужды. Экономика лишь их обеспечивает или, как упомянуто выше, компенсирует недостаток в удовлетворении каких-то других потребностей.

Вторичность, вернее «вспомогательный» характер экономических нужд — чрезвычайно важный вывод, дающий перспективу для управления всем растущим комплексом общественных потребностей. Если не экономические нужды сами по себе, а они — для удовлетворения других потребностей человека, то и общественные цели должны определяться именно этими другими потребностями. К примеру, не телевизор — предмет нужды, а адекватная информация. Но она может быть обеспечена не только телевизором, но, скажем, радио, видеоманитофоном, телефоном, книгой, путешествием, общением с другими людьми и т. д. С другой стороны, экономические стимулы могут расширять сферу удовлетворения всех потребностей человека.

Внеэкономическая доминанта не означает недооценки экономики в жизни человека, но подчеркивает тот факт, что экономика сама по себе не может считаться конечной, всеобъемлющей целью. Она ограничена другими потребностями людей она их служанка, а не наоборот. Цель

¹ В частности, весь куст проблем, разобранный в неоднократно упоминавшейся книге Л. Я. Барановой «Личные потребности» (М.: Экономика, 1984. 200 с.), как и в работах, указанных в библиографии к этой книге, относится к экономическим потребностям. То же характерно и для подавляющего большинства других исследований, выполненных экономистами. Узость специализации здесь сказывается весьма отчетливо.

развития общества — не увеличение национального продукта и т. п., а сохранение и развитие комплекса человеческого здоровья, благополучия людей. К этому вопросу мы вернемся несколько позже, а пока обратимся к списку экономических потребностей.

Очевидно, они должны в значительной степени совпадать с тем, что называется производительными силами общества в той их части, которая касается вещественных элементов — средств производства. Производительные силы выражают активное отношение людей к природе, воспроизводство условий существования человека и человеческого общества. Таким образом, экономические потребности в своей основе «экологичны», в особенности с точки зрения человека, ибо именно условия его существования как второго основного элемента производительных сил должна обеспечивать экономика.

Нижеследующий список групп экономических потребностей кажется самоочевидным: люди должны жить, трудиться, быть здоровыми и так далее, а для этого требуется экономическая основа, возникающая не только и не столько в процессе индивидуальной деятельности, сколько в коллективных условиях. Эти последние определенным образом организованы, но выражаются в обеспечении именно личных нужд каждого члена общества: целое и его части оторвать невозможно.

Е. Экономические потребности человека:

- 1) обеспеченность пищей согласно анатомо-физиологическим, этническим (национально-вкусовым) и престижным нормам;
- 2) обеспеченность одеждой согласно анатомо-физиологическим, повседневным домашним, производственным и рекреационным общественным нормам, этнологическим (выражение доминирования), этническим (национально-вкусовым), социальным (мода, престижность) и трудовым (в специальных случаях) потребностям и эталонным нормативам;
- 3) обеспеченность постоянным и временным (сезонным) жильем по тем же потребностям и нормативам;
- 4) обеспеченность предметами обихода, мебелью, личным транспортом, комнатными животными и растениями и т. д. по медико-биологическим и общественным нормативам данной группы населения;
- 5) обеспеченность средствами труда (производства) согласно нормам общественно-экономической формации;
- 6) утилизация всех отходов общественного производства и быта как обеспеченность природной средой жизни;
- 7) обеспеченность сферой услуг до степени, снимающей физические и стрессовые перегрузки;
- 8) обеспеченность рекреацией в широком смысле слова и здравоохранением в таком же расширенном понимании;
- 9) обеспеченность средствами информации исходя из социальных и трудовых потребностей коллектива и человека (книгами, газетами, микрофильмами, радио, телевидением, ЭВМ и т. д.);
- 10) обеспеченность источниками информации (зрительной, слуховой, обонятельной, осязательной, вкусовой) — произведениями искусства, привлекательными ландшафтами, приятными запахами и т. п.;
- 11) обеспеченность средствами самовыражения через этолого-поведенческие, этнические, социальные и трудовые механизмы;
- 12) «обеспеченность» семьей и детьми как экономической структурой (семья как экономическая ячейка, а дети как «опора в превратной судьбе», хотя бы в психологическом смысле).

Общий список всех 6 групп (А — Е) потребностей включает 56 качественных групповых разностей. Поскольку каждая из групп со своими подгруппами имеет в матрице табл. 7.1 три измерения (самой группы, потребностей иерархии человеческих общностей и качественно-количественного разнообразия — человек человеку рознь, — не одинаковы и групповые потребности на всех уровнях, кроме самого интегративного — последнего), разнообразие человеческих нужд, как уже подчеркнуто выше, практически безгранично. Нет «стандартного» человека, нет

«стандартной» группы, нет столь же стандартизованных и их потребностей. Это делает проблемы социально-экономической экологии человека чрезвычайно многоаспектными, а необходимую для их адекватных решений информационную базу огромной. Ниже проведены лишь несколько штрихов, отнюдь еще не составляющих общей картины, но лишь несколько ее проясняющих.

7.5. НЕКОТОРЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ВЫВОДЫ

Перечисленные группы потребностей человека неодинаково остры в преломлении к личным нуждам всех людей, и как уже отмечено, находятся в теснейшей взаимосвязи между собой. Так, потребность в пище одновременно биологическая, этническая и экономическая (с соответствующими нюансами), семья — биологическая, этологическая, социальная и экономическая потребность, труд необходим биологически, этологически, этнически, социально, экономически и сам по себе, но везде как особое проявление.

Необходимо обратить внимание на противоречия между рядом потребностей человека. Наиболее широко известный пример этого — взаимосвязь между экономическим стремлением иметь автомобиль и отрицательным влиянием его на здоровье человека (угарный газ СО усваивается гемоглобином крови в 210 раз быстрее кислорода, происходит отравление свинцом, увеличиваются нервно-психические стрессы и т. д.). Подобного рода противоречия снять очень сложно (пример тому потребность в курении: все знают как это вредно, но большинство продолжает курить). Сколько бы мы ни ругали автомобиль, менее престижным и удобным он от этого не станет. Наиболее перспективны в таких случаях приемы «косвенного управления». В приведенном примере с личным транспортом это снижение его вредности, лучшее обеспечение общественным транспортом, оптимизация расстояния от дома до работы (1,5—2 км, или 10—15, максимум 20 минут ходьбы), рационализация сферы услуг и т. д.

Человек в целом, с учетом противоречий в удовлетворении его отдельных потребностей, несводим к их сумме или разности. То же относится к коллективам. Обеспечение роста благосостояния людей — балансовое и планомерное — возможно лишь на основе учета требований интегративных уровней (горизонтальные строки табл. 7.1) и сложения их иерархии (одновременно индивидуального, семейного и т. д.). Например, строительство многоэтажных жилых домов приводит к разрыву иерархических структур между 2-й и 3-й строками таблицы («все вместе и каждый одинок»¹) и, при плохой звукоизоляции, одновременно к резкому возрастанию стрессовых нагрузок, которые менее остро воспринимались бы, если бы шумы шли от дома к дому (при индивидуальном строительстве), так как в последнем случае возникает иная степень и форма связей между коллективами.

Еще раз повторим, что, как и в случае четырехединой (природной, квази-, арте- и социальной) среды, все потребности человека не заменяют друг друга: они составляют интегрально-системную совокупность, не сводимую ни поэлементно внутри своей группы (например, в биологической группе сон не может заменить пищи, а вода — воздуха и т. д.),

¹ Уровень социальной разобщенности при многоэтажном строительстве увеличивается: жители нескольких соседних восьмиквартирных домов отлично знают друг друга; в многоэтажном здании люди в лучшем случае знакомы с соседями по этажу.

ни подсистемно (биологические потребности нельзя заменить социальными, этологические — трудовыми и т. д., хотя определенные компенсации, как уже сказано, возможны). *Для подъема благосостояния людей необходима оптимизация всех подсистем и элементных блоков систем обеспечения потребностей людей с учетом системного целого — противоречивого и большего, чем сумма частных потребностей.*

Чистый воздух нельзя заменить большой квартирой, куда этот воздух не проникает, а недостаток солнца невозможно компенсировать большим числом кинотеатров, поликлиник, врачей и т. д. Количественные характеристики компенсационных замен лежат в очень узких пределах адаптивной нормы (индивидуальной и групповой) и, наоборот, очень велики в случае попытки расширить эту адаптивную норму. Так, переезд из комфортной климатической зоны в дискомфортную в подавляющем большинстве случаев вызовет разрушение или хотя бы нарушение здоровья человека. Для имитации климатического комфорта требуется искусственная инсоляция, поддержание газового состава и влажности воздуха в определенном режиме и т. д., все в пределах, близких к зоне комфорта. Как правило, это невозможно по чисто техническим или экономическим причинам, но даже если достижимо, то тем не менее не снимает этнических, социальных и трудовых различий географического характера. Обычно делается попытка компенсации их экономическими льготами. Они могут частично увеличить степень адаптации в социально-экономическом отношении, но лишь в случае относительной «роскоши» (например, на некоторых американских полярных метеостанциях постоянные работники обеспечиваются всем, вплоть до роялей, а автоматизация всех технических средств доведена до степени «нажим кнопки — идеальная работа» при обязательном дубль-обеспечении, снимающем необходимость ремонта в полярных условиях). Подобное обеспечение иногда кажется экономически невыгодным или неосуществимым. В результате к природному дискомфорту прибавляется относительный социально-экономический дискомфорт, что приводит к резкому увеличению заболеваемости, травматизма, инвалидности, алкоголизма и т. д., оттоку населения из дискомфортной зоны, но населения уже больного, живущего на средства, получаемые через каналы социального обеспечения, т. е. увеличивающего расходы общества на сумму, вероятно, достаточную для предотвращения заболеваемости и других последствий дискомфорта.

Возникает ситуация, подобная проблеме «автомашина — дорога» с той лишь разницей, что можно выпускать автомобили повышенной проходимости, а человека повышенной адаптивности «производить» нельзя. К сожалению, эта истина не находит полного понимания, и проблема освоения маргинальных зон решается не на научной основе. Результатом служат многие отрицательные явления, в конечном итоге препятствующие повышению благосостояния народа.

Приблизительно таков же, как в приведенном выше примере, механизм негативных процессов в городах. Люди эволюционно-генетически адаптированы к сельской жизни. Концентрируют их в городах, главным образом, экономические потребности. Однако это отнюдь не ведет к автоматической биологической, этологической, этнической, социальной и трудовой адаптации. Все факторы городской среды — природные и социальные — историко-функционально непривычны человеку, противоречат его генетической и социальной наследственности, дискомфортны. Осознание этого факта не происходит в силу ослепленности экономическим комфортом, который однократно и не может компенсировать других потребностей человека. Он в состоянии выполнить свою роль лишь при равномерном и

рациональном обеспечении всего спектра человеческих потребностей во всем их многообразии.

Повышенная этажность, дальность поездок на работу, загрязненность среды, большая плотность населения, отсутствие зелени, привычных в сельской местности животных и т. д. приводят к наследственным и ненаследственным болезням, травматизму, агрессивности, алкоголизму, наркомании, более скорой инвалидности — типичным следствиям комплексной дезадаптивности. Увеличиваются вложения в здравоохранение и другие социальные механизмы и пружины, влекущие людей в города. «Машина урбанизма» в увеличенных размерах и скорее «перемалывает» вновь прибывших, экономическая результативность здравоохранения падает (с 1964 по 1970 г. в СССР эффективность здравоохранения снизилась с 220 до 139 р. на 100 р. затрат, по данным Струмилина и Хомелянского, рассчитанным по одинаковым методикам). Город, как и освоение Крайнего Севера, превращается в бессмысленную «мясорубку»¹.

С 1950-х гг. мировую науку обогатил факт, названный английскими исследователями «грустью новых городов». Он заключается в том, что горожане, переселенные из, казалось бы, малокомфортных старых кварталов в новые, созданные по всем правилам архитектурного искусства, чаще болеют и раньше умирают, чем в прежних местах жизни². Полагают, что причина этого явления лежит в уменьшенной плотности застройки, потере контактов с близкой с детства местностью и людьми, связана с ухудшением сферы быта (отсутствие «лавки за углом») и тому подобными причинами.

Достойно удивления и сожаления, что современная архитектура и городская планировка все еще базируются на отвлеченных представлениях о городской эстетике, а не на реальных потребностях человека. Она его «потеряла». И хотя возникли многие новые направления архитектуры, называемые «экологическими» (аркология и др.), положение меняется мало. Можно назвать десятки работ, посвященных предпочтению односемейных коттеджей многоквартирным зданиям³ и нижних этажей верхним. Предлагается даже строить дома до 12-го этажа со стандартным набором квартир, а выше — лишь квартиры для малосемейной молодежи⁴. Но нам неизвестны широкие исследования влияния на здоровье людей жизни на различных этажах и удовлетворения их разносторонних потребностей в зависимости от проживания на различной высоте над землей (при том, что еще Ле Корбюзье говорил: «Мы смотрим на мир с высоты своих 170 сантиметров»). Даже новые большие города типа «городов-садов» в общем-то строятся на интуитивных нормативах и порой вопреки уже выверенным соотношениям между застроенной

¹ См. например: Б о в а А. А. Некоторые особенности детской смертности в городе-новостройке//Здравоохранение Российской Федерации. 1986. № 1. С. 30—31; Taylor S. M., Aikins M. The effects of life cycle and length of residence on residential stress//Ontario Geogr. 1983. № 21. P. 49—66.

² Эни Уайт. Исследование представлений об окружающей среде//Nature and Resources. 1977. № 4 (оригинал); Природа и ресурсы. 1982. № 3. С. 50—53 (русский перевод).

³ Например: Т о м и л и В. Ф. Социальная эффективность экспериментально-показательного строительства в с. Дразак Целиноградской области//Тр./Целиноградский с-х ин-т. 1982. Т. 41. С. 15—18; Moewes W. Was soll aus unseren grossen Stridten werden//Gegr. Rdsch. 1982. Bd. 34. № 11. S. 502—504, 513—518; HamnettCh: Housing the two nations: Socio-Tenurial polarization in England and Wales. 1961—1981//Urban stud. 1984. V. 21. № 4. P. 389—405.

⁴ П а ш к е в с к и й А. Квартиры для жилых домов повышенной этажности//Строительство и архитектура Москвы. 1986. № 3. С. 17.

территорией и зелеными зонами. Например, упоминавшийся в разделе 6.2.7 Милтон-Кейнс в Великобритании — новейший «образцовый» город — имеет лишь 13 % территории под зелеными насаждениями и местами отдыха (вместо требуемых теорией 50 %), т. е. почти столько же, сколько и под транспортными путями (11,3 % общей площади города). Это едва ли можно считать нормой для города-сада, где должно быть застроено и использовано под транспортные пути суммарно не более 50 % площади, а не 64,3 % как в Милтон-Кейнсе¹. Даже если это — единственное отступление от норм обеспечения потребностей жителей этого города, все другие условия не приведут к созданию идеального качества жизни в нем.

Количество примеров отступления от критериев рациональности в обеспечении потребностей человека можно приумножить. В одних случаях в жертву приносят индивидуальные нужды ради удовлетворения групповых потребностей, в других причиной неадекватных решений служит элементарная безграмотность в области экологии человека, вообще достижений современной экологии. Экологический анализ ныне стал в один ряд с социально-экономическим, без него не может быть понятно ни одно явление в жизни общества, принято оптимальное решение. Эта экологизация человеческой деятельности, взгляда на себя и от себя на окружающую среду вошла или, вернее, постепенно входит в сплав всех отраслей общественной теории и практики (см. главу 6). Она гуманизирует их, поворачивает лицом к человеку.

К сожалению, целостного подхода к потребностям человека в нашей стране не было и до сих пор нет. Наоборот, возникали парадоксальные псевдообщественные движения, делались попытки бороться с вполне естественными процессами общественного развития. Хороший, но негативный пример — борьба с «потребленчеством», «вещизмом». Исходной теоретической предпосылкой для такой борьбы было убеждение, что потребность в вещах имеет наносный «буржуазный» характер и обедняет духовный мир человека. Пуританство объявлялось социалистическим идеалом (но не для себя, а для других). К чему привело игнорирование потребности в росте обеспеченности предметами повседневного быта по среднемировым канонам? К хаосу нищеты.

Уже давно наблюдалась малая эффективность денежного стимулирования сельского² труда в бывшем СССР. Сейчас нередко и в промышленности рабочие отказываются от работы на производстве с высоким темпом трудовых процессов, например, на смешанных советско-иностранных предприятиях типа обувной фабрики «Саламандра» в Санкт-Петербурге. То же происходит в некоторых кооперативах и молодежных научно-технических центрах. Люди предпочитают меньшую оплату труда, но и менее напряженный труд. Тому имеются две причины.

Одна из них лежит на поверхности: дополнительная оплата и наличие денег при бедности или отсутствии потребительских благ (дефицит товаров и т. п.) делаются общественно ненужными. Зачем деньги, если их не на что истратить?³ При этом возникает порочный круг. Деньги не нужны, так как они не обеспечены товарами. Интенсификация труда

¹ Braumann Ch. Milton Keynes — eine neue Großstadt in Großbritannien//Ber. Raumforsch und Raumplan. 1985. Bd. 29. № 3/4. S. 25—37.

² См.: Н. Ф. Реймерс. Цена равновесия. М.: Агропромиздат, 1987. 64 с.

³ «Оскорбление дефицитом» наносит обществу и огромный социально-психологический ущерб. Сталкиваясь с ним, люди делаются агрессивными или, наоборот, пассивными. Возникают тяжелейшие стрессы.

бессмысленна, коль не нужны деньги. А без интенсификации труда, повышения его производительности не может быть достаточного количества товаров. С каждым кругом неудовлетворенных потребностей снижаются потенциальные возможности общества, происходит общее экономическое отставание от мирового уровня.

Вторая причина лежит глубже. Незаинтересованность в экономической области приводит к неоправданным решениям в технологиях, в том числе для получения продуктов питания. Это в свою очередь, ведет к ухудшению этих продуктов, попаданию в них вредных веществ типа нитратов, пестицидов и т. п. Нет и стремления (и реальной возможности) значительно улучшить среду обитания человека. Низкое качество воды, загрязненность воздуха, нерациональная планировка населенных мест, вредность внутриквартирной обстановки в них и другие факторы вместе с вредностями компонентов пищи ведут к повышенной заболеваемости, снижению качества здоровья людей, более ранней смертности. Физическая и психическая выносливость человека снижается, повышается утомляемость. В результате отказ от интенсивной работы получает, помимо социального, также и физиологическое основание. Укрепляется стереотип: лучше меньше работать и даже меньше получать, но сохранять здоровье. В конечном счете, складывается ситуация «нам как будто платят, а мы как будто работаем», т. е. «что бы ни делать, лишь бы ничего не делать», к тому же с требованием обеспечивать высокий уровень зарплат, выплачиваемый, скажем, ничего не производящим чиновникам и военным. Значительная эмиссия денег, не обеспеченных товарами, при этом нарушает экономическое равновесие, и происходит окончательная деградация всех социально-экономических механизмов.

Таковы результаты борьбы с «вещизмом» — лишь один из примеров неверной социальной ориентации в удовлетворении потребностей. Число таких примеров можно значительно приумножить. Стоит упомянуть еще хотя бы о двух. Отсутствие должной борьбы с шумом в городах увеличивает общую заболеваемость населения на 30 %, уменьшает продолжительность жизни на 8—10 лет, снижает трудоспособность минимум на 10 %, а эффективность отдыха почти вдвое и т. д.¹ Последствия такого явления можно не комментировать. Второй пример — сельское хозяйство, вообще комплекс природопользования в Средней Азии. Неверная политика землепользования в регионе привела к смещению этнических процессов, экономическим аномалиям, разрушению нормальных трудовых потребностей, тяжелым экологическим бедствиям, разрегулиции демографических механизмов, роковым нарушением здоровья людей, открытой и скрытой безработице и другим острыми проблемами. При этом процесс саморазвивается и усиливается.

В целом по стране ущербы от ошибок в природопользовании и эколого-социально-экономической политике оцениваются в размере, приближающемся ко всему получаемому валовому продукту. Развитие идет лишь за счет экстенсивного вовлечения новых порций природного и трудового потенциала — истощения ресурсов и нарушения экологических условий жизни. До тех пор, пока запасов природных и трудовых ресурсов и устойчивости среды жизни хватало, дисбаланс и размер ущербов были социально-экономически скрыты. Но как только запасы

¹ Глушкова В. Г., Хорев П. С. Экологические аспекты управления развитием крупного города. М.: МГЦНТИ, 1987. Сер. «ПБГ». № 16. С. 21; Лалаев Э. М., Невзоров А. С., Прохода А. С. Защита застройки больших городов от транспортного шума. МГЦНТИ, М.: 1986. Сер. «ПБГ». № 13. С. 3.

начали истощаться, мы столкнулись с критической ситуацией. Не нужно специально объяснять, что ее усугубление катастрофично.

Совершенно очевиден, хотя и не единообразен, и способ выхода из сложившегося положения. Разорвать порочный круг, например, порожденный борьбой с «вещизмом», можно лишь ликвидировав дефицит в потребительских товарах. Изнутри, как это пытаются сделать сейчас путем организации кооперативов, за короткий ряд лет это сделать даже теоретически невозможно, а практически тем более нереально. Для этого необходимо слишком большое и социально неоправданное время эволюционного развития — многие годы. Негативные процессы в данном случае погасят начальный положительный эффект, и в конечном итоге цель достигнута не будет. Нужно время достижения результатов сократить, а динамику явлений сделать позитивной. Поскольку нет иного алгоритма развития, кроме «стимул — эффект», следует начать с наполнения рынка. Это разорвет порочный круг, очерченный нами выше. Так поступили все страны, вступившие на путь социально-экономической интенсификации. Они, а вслед за ними и мы, не имели и не имеем иного выбора кроме широкого привлечения товаров из-за рубежа¹. Иными словами, нет альтернатив открытой экономике и торговле, обеспечивающей многие потребности человека. Полноценные продукты питания и обилие промышленных товаров — одновременно и результат, и предпосылка развития, и даже прежде предпосылка, чем результат. Иного пути нет.

В каждом отдельном случае рецепт ослабления или ликвидации негативных явлений должен быть свой. В примере с шумом целесообразна соответствующая планировка города, транспортных потоков, устройство противозумовых экранов, оконных клапанов и т. п. Для Средней Азии нужен сложный комплекс социальных, экономических, технологических и экологических мероприятий, но начинать необходимо с оптимизации землепользования (и водопользования), одновременно решая проблемы замены хлопка и полноты занятости населения, демографические вопросы (в очень сложной и противоречивой совокупности).

Условием развития всех позитивных процессов является наличие адекватной информации. Жюлио Кюри любил повторять, что страна, жалеющая деньги на науку, неизбежно превращается в колонию. Ход исторического процесса подтверждает, что это так. Первобытно-общинное общество стало рабовладельческим в силу того, что труд стал давать прибавочный продукт. Переход к феодальным отношениям был обусловлен тем, что особым дефицитом и ценностью стала земля, а не один лишь

¹ Здесь нет места для экономических выкладок, но все же придется затронуть вопрос о конвертируемости рубля. Советские экономисты, как правило, занимают в отношении скорости решения этого вопроса полярные позиции. Противники немедленной конвертируемости рубля (принцип никто не отвергает) чаще всего указывают на то, что у нас нет условий даже для внутреннего обеспечения рубля отечественными товарами и услугами. Это верно. Но верно также и то, что без внешнеторговой конвертируемости нашей денежной единицы никогда не будет и накопления товаров для реализации внутреннего обеспечения. Единственный выход — ввоз капиталов и, как неоднократно указывал проф. Н. Шмелев, внешний долг и продажа золота и драгоценностей для поддержания курса рубля, который, несомненно, при открытой торговле вначале значительно обесценится. Как кажется, споры тут бесполезны. Если не будут созданы места приложения эффективного труда и стимулы к труду, то никаких надежд на увеличение товарной массы и ее конкурентоспособности по качеству с иностранными товарами не возникнет. Без конвертируемости рубля невозможно обеспечить комплекс потребностей граждан нашей страны. Социально такое положение безвыходно, и его следует устранить любой ценой. В противном случае затянувшаяся социальная петля удушит экономические начинания.

труд. Следующий этап — капиталистический — был вызван добавлением к труду и земле еще и капитала как необходимого условия развития. В наши дни наличие трудовых ресурсов, земли и даже капитала не дает гарантий успеха в развитии. Нужна информация. Она превратилась в одну из важнейших общественных потребностей. Наукоемкие отрасли хозяйства дают наивысший социально-экономический эффект, информированность имеет наибольшую ценность, стала престижной. Она определяет успехи общественного развития.

Все развитые страны направляют максимальные усилия на достижение адекватной информированности («меньше ресурсов, больше ума»). Отсюда кибернетизация, компьютеризация и другие аналогичные общественные процессы. В нашей стране все это находится в зачаточном состоянии и не может иметь светлых перспектив, пока ксерокс, стоящий в других странах в коридорах общеобразовательных школ, в магазинах канцелярских товаров и в любом учреждении, а то и в частной квартире, будет находиться у нас под замком, за решеткой и под неусыпным надзором специально приставленных лиц. Не может быть решения проблем и в условиях допотопной организации науки, ее тяжеловесности, бюрократизма, низкой обеспеченности, как самих научных работников, так и возможностей для их исследований. Ученые — единственная категория работников в нашей стране, которой в 1957 г. была значительно — на 20 % — снижена зарплата! С учетом инфляции до сих пор не достигнут уровень зарплаты упомянутого года. Подушевые расходы на науку в бывшем СССР ниже, чем в развитых странах мира, в несколько (до 10) раз. Это в полной мере касается и исследований в области социально-экономической экологии человека, его потребностей.

Ликвидация неблагоприятных явлений и решение существующих проблем для обеспечения потребностей человека неминуемо повлекут за собой определенные издержки (подлинные и мнимые, связанные со сложившимся не всегда верным стереотипом). В каждом конкретном случае они будут специфичны, но агрегировано и конспективно могут быть указаны следующие: 1) в определенной мере будет потеряна самостоятельность в принятии решений — глобальные процессы саморегуляции и интеграция страны в рамках мировой системы сделают административные акции еще более недейственными, чем до сих пор — во многих случаях придется «плыть по течению»; 2) решение одних социальных, экономических и экологических вопросов в обеспечении нужд людей вызовет появление новых проблем, ранее бывших не столь распространенными или менее ясно проявлявшимися; 3) понадобятся усилия для формирования новой, не всегда привычной, картины мира, что потребует значительных перестроек в информационной области и повлечет за собой определенные фрустрации у части населения; 4) возможны идеологические издержки.

Трудно обрести новое, не потеряв одновременно что-то из старого. Весь вопрос в том, положителен ли возникающий баланс. В рассматриваемом случае он позитивен уже потому, что выводит страну из периода глубочайшего застоя. Наметившееся движение под откос к глубокому обрыву необходимо остановить. И средства для этого должны быть радикальными, даже революционными.

Все рассуждения о максимальном удовлетворении потребностей человека оказываются беспочвенными лозунгами, если не знать, в чем эти потребности состоят, и не осознавать необходимой, иерархически рассмотренной меры их удовлетворения — индивидуальной, групповой

и так далее. Будем надеяться, что те немногие штрихи, которые проведены нами, помогут в дальнейшем рассмотрении затронутых проблем.

Не хлебом единым жив человек. Вернее, хлеб его столь же многолик, как среда его обитания и он сам. Мы едим для того, чтобы жить, а не живем для того, чтобы есть; но для того, чтобы жить, нужно знать, что же полезно есть — в прямом и переносном смысле, т. е. четко представлять себе естественный спектр потребностей человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: КОНСТРУКЦИИ БУДУЩЕГО

Qui veut peut.

(Кто хочет, может. — *франц.*)

Огромная сфера экологии охватывает изучением все структуры нашей планеты, где существует жизнь. В виде эндоэкологии она проникает вплоть до микромира, а как учение об экосфере Земли и космической экзоекологии — достигает космоса. Сложная иерархия структур жизни и систем с ее участием подчиняется длинному ряду четких закономерностей — законов, правил, принципов функционирования природы и общества. Их объективное действие не может не учитываться человечеством в своей жизни и развитии. Человек имеет внешние и внутренние ограничения реализации своих исторических потенций, однако часто не учитывает их. Это ведет к локальным и глобальным кризисам, а порой и катастрофам.

Способность людей к активному действию, а не следование закономерностям саморазвития, до сих пор была весьма ограниченной. Управляющее значение фундаментального знания было ничтожно и вписывалось в канву истории лишь как элемент технического прогресса. Человечество стремилось осуществить экономические цели, почти не обращая внимания на механизмы социальной и экологической саморегуляции, тормозившие этот процесс. Одна часть мира шла к благополучию через войны и угнетение другой своей части. Мир был необъятен, но извлекаемых ресурсов не хватало всем. Прогресс основывался на неравенстве и конкурентном первенстве. Мир людей не составлял единого целого. Природа Земли выдерживала натиск зарождавшейся цивилизации.

Это не значит, что мир не потрясали экологические кризисы, прокатывавшиеся по всей планете. Их в истории человечества было несколько. Наиболее заметные напряжения: первое истощение ресурсов промысла, приведшее к биотехнической революции; кризис перепромысла (консументов, особенно крупных животных), вызвавший постепенный переход к производящему хозяйству; кризис поливного земледелия, вызвавший взрыв богарного сельского хозяйства и параллельно длительную эпоху средневековой культурной стагнации; кризис продуцентов, прежде всего лесных ресурсов для промышленности, вызвавший промышленную революцию (и наоборот, промышленная революция, вызвавшая этот кризис); и, наконец, кризис редуцентов, современного гиперзагрязнения среды жизни — результат научно-технической революции. Однако все эти экологические напряжения, кроме последнего, были относительно локальны, происходили не одновременно на всей Земле и в течение довольно длинных интервалов времени — чем позже, тем скорее, но все же в масштабе столетий.

В. И. Вернадский уже в 20-е гг. нашего века обратил внимание на то, что человечество превращается в **единую** мощную всесветную геологиче-

скую силу. Природа под ее давлением дрогнула и начала саморазрушаться. Вся Земля оказалась мала и беззащитна перед лицом безмерно возросшего мира людей. Разразился быстро протекающий глобальный экологический кризис, в котором объединились глобальные энергетическое и химическое загрязнения, потеря видов живого, грозящая снижением надежности экосистем, и разрушение последних из-за дисбаланса экологических компонентов и природных комплексов, ведущего к тотальному опустыниванию. Экологический кризис идет в масштабе десятилетий, и хотя разновременен в разных частях планеты, но эта разница не превышает полувека.

Ныне вслед за первым валом экологического напряжения грозит накатиться второй, еще более грозный вал в связи со вступлением развивающихся стран в индустриальную фазу прогресса. Их индустриализация абсолютно неизбежна в силу общего системогенетического закона (разд. 3.2.2), и если что и можно сделать, то это предоставить им наиболее рациональные и экологически безопасные технологии.

Современный экологический кризис имеет множество последствий. Важнейшие из них три.

1. Консолидация человечества под знаменем объективного знания, превращение науки в руководящий инструмент, в «пятую власть»¹.

2. Крутой поворот к нуждам человека с постепенным пониманием, что в системно едином человечестве каждый зависит от другого, что любое подавление и неравенство аукнется для всех отнюдь не благоприятными последствиями (организмическая модель организации общества).

3. Экологизация жизни стала настоятельно необходимой — в противном случае людей ждет катастрофа. И ведущий мотив экологизации — снижение давления на среду жизни — локальную и глобальную. А это возможно лишь при уменьшении числа землян, ибо сокращать их далеко еще не удовлетворенные потребности неразумно, да и невозможно. Полнее их удовлетворить тоже невозможно — нет достаточно надежного природно-ресурсного потенциала. Его дальнейшее перенапряжение опасно для всех. Оставлять людей даже в относительной нищете — недопустимо и тоже опасно по социальным и экологическим соображениям — любой нарыв грозит общим заражением организма.

Эти три следствия составляют систему с отрицательной обратной связью. Развитие первых двух ведет к решению третьей. Срыв в реализации последней цели обрекает человечество или хотя бы его цивилизацию на гибель.

Общественная экологическая буря 60—70-х гг. нашего века закончилась относительным затишьем 80-х. Где-то на окраинах, в основном в нашей стране, все еще выходит довольно много чисто алармистских книг, но в основном люди занялись конструктивной работой — чистят свои города, дома и природу вокруг них. Снижается количество вещественных (но не энергетических!) отходов, загрязненность среды жизни, шире вовлекаются вторичные ресурсы, увеличивается забота о сохранении живой природы. Первый пик экологического кризиса, поднятый развитыми странами, как я и предполагал в ряде работ 70—80-х гг., в 90-е гг. идет на убыль. Но поднимается вал второго пика, связанного с расту-

¹ «Первая власть» — законодательная, «вторая власть» — исполнительная, «третья власть» — судебная, «четвертая власть» — средств массовой информации, «пятая власть» — знания, науки. Наука, адекватная информации о мире, превратилась в мощный инструмент общественного развития, хотя это еще недостаточно осознается человечеством.

щими энергетическими расходами¹ и с упомянутыми выше событиями в развивающихся странах. Человечеству вновь предстоит интенсивно искать пути в будущее.

«Иди туда — не знаю куда» — отнюдь не лучшая рекомендация. Она явно непригодна для мирового развития. Уже многие² пытались указать человечеству путеводные нити. Трудно быть оригинальным. Да и не нужно. Рецепты выписывают на проверенные лекарства. Общество следует законам развития, даже если пытается эти законы игнорировать. Это знал и пропагандировал еще Ф. Бэкон. И чем ярче идея крутого социального переустройства, тем она утопичнее, а попытка ее осуществления кровавей. Научные рецепты в общественном развитии, как и национальные конструкции, должны закреплять достигнутое или явно достижимое, чем рекомендовать нечто новое, но призрачное.

Так каковы же реализуемые цели человечества? Их длинный список целесообразно разбить на блоки: структуризированное целое лучше воспринимается. Первый, наиболее общий блок — стратегия экоразвития. Последующие изложены столь же лапидарно.

Стратегия экоразвития

Учет и следование всем объективным закономерностям развития природы и общества (часть их см. в главе 3). Особенно важны действие закона одного процента и нарушение принципа Ле Шателье — Брауна. Они запрещают коренное преобразование природы сверх допустимых масштабов.

Объявление конечной целью социально-экономического развития благополучие каждого человека — максимальную продолжительность его жизни при минимуме болезней и максимуме удовлетворения всех потребностей, обусловленных историческим этапом развития культуры. Неуклонное следование этой цели.

Признание, что конфронтация как метод решения политических проблем и способ обогащения одних за счет других осталась в историческом прошлом. Нынешний единый мир подобен организму с его органами. Любое военное противостояние опасно для всех стран и народов, разорительно для них, а потому война и угроза войны есть преступление перед всем миром, всеми людьми, их нынешними и будущими поколениями. Оно должно караться высшей мерой наказания как сознательное массовое убийство и экоцид или покушение на эти деяния. Требуется перемена во всей системе мирового права и международных отношений. Отказ от этого гибелен.

Понимание, что сохранение человечества возможно не на пути механической консервации природы, а ее сохранения в условиях самоподдержания и саморегуляции. Без естественного воспроизводства природы и среды жизни согласно объективным законам, попытка изложить которые предпринята в главе 3, и в рамках сложившихся структур биосферы (глава 2) человечество существовать не сможет.

Вхождение человечества и его хозяйства в глобальные и субглобальные биогеохимические циклы с поддержанием экологического баланса на всех иерархических уровнях строения биосферы и экосферы Земли (глава 5).

Постепенная целенаправленная депопуляция народонаселения до уровня полного соответствия максимуму потребностей человечества (см. главу 7) и имеющемуся природно-ресурсному потенциалу. Разумное перераспределение людей по планете в ходе эмиграционно-иммиграционных процессов. Для этого требуется осознать, что за срок человеческого поколения (20—25 лет) прирост производительности труда значительно превышает или во всяком случае может превышать в существующих технико-экономических условиях тот эффект, который дает прирост рабочих рук. Старение населения снижает его физическую трудоспособность, но увеличивает человеческий опыт. Гибкость ума снижается, но всеобъемлющая передача знаний позволяет формировать более работоспособные коллективы

¹ См. закон снижения энергетической эффективности природопользования и другие закономерности, изложенные в разд. 3.14.

² Наиболее полный перечень рецептов изложен в книге «Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР)». М.: Прогресс, 1989 (оригинал 1987). 276 с. Этот доклад известен как результат работы комиссии Г. Брундтланд.

молодежи. Экономика и общественная жизнь должны переориентироваться с экстенсивного пути развития на интенсивный.

Дальнейшая всемирная интеграция промышленного и сельскохозяйственного производства, в необходимых случаях с переходом дотаций на сельское хозяйство в рамках страны на региональные и глобальные масштабы. Голодный мир — опасный мир. Лишь обеспечение основных потребностей каждого человека может гарантировать благополучие всех людей.

Осознание закона оптимальности: крайности в размерах хозяйственных единиц опасны экологически и нерациональны экономически. Гигантизм всегда — начало конца. Слоны не могут собирать нектар цветов, а пчелы — трелевать лес. Вместе с тем, саранча может быть страшнее нашествия слонов. Воздействие на среду малых хозяйственных единиц равномернее, чем крупных, но у мелких эффективность ниже, суммарное влияние на природу выше. Оптимум лежит посередине. Мастера-надомники не могут делать дешевые автомобили, но наука и управление не обязательно требуют синдикатов мысли. Мысли рождаются в одном мозгу. Оптимальная организация хозяйства может дать большой экологический выигрыш.

Выработка эколого-социально-экономического механизма превентивного сохранения минимума природно-ресурсного потенциала жизни общества (создание глобального разумно регулируемого «экологического» рынка ресурсов, технологий и услуг). Инвентаризация природных ресурсов, определение их количества, качества и динамики, введение квот использования для каждого государства, региона и мира в целом. Определение способов контроля за соблюдением этих квот и санкций за их нарушение.

Выработка согласованной и глобально взвешенной оценки и цены природных ресурсов и способов поддержания среды жизни для взаимных расчетов и стоимостного выражения квот использования. Определение компенсационных затрат на воспроизводство или возмещение природных ресурсов и поддержание среды жизни на планете и в ее регионах. Включение воспроизводства природы и человека в социально-экономические механизмы функционирования мирового хозяйства с доведением до автоматизма обратных связей в системе «природа — человек».

Разработка всеобъемлющей сверхдолговременной стратегии природопользования, направляющей экологический бизнес и рынок экологических услуг на оздоровление человека и условий его жизни — локальных, национальных, региональных и глобальных — с учетом физико-географических и социоэкономико-географических особенностей в этих пространственных границах. Понимание, что любая, даже локальная экологическая катастрофа — удар по всему человечеству, каждому из людей планеты. В ее лодке — все вместе, и никто не должен быть одинок.

Включение механизма «кнута и пряника» для экологизации хозяйства с приоритетом методов поощрения перед методами санкций. Каждый человек и общественная группа должны быть активно заинтересованы в сохранении среды жизни и немедленно ощущать реальную для себя отдачу, чтобы их действия не были для них жертвой, но радостной необходимостью.

Понимание сути интегрального ресурса (разд. 3.14) в развитии человечества и стран мира.

Осознание, что всегда имеются пределы разумной достаточности и допустимого риска (разд. 3.15). Все хорошо в меру.

Полный переход от промысла к хозяйству. Ничто эксплуатируемое не должно использоваться без воспроизводства или искусственного культивирования. Если это невозможно, необходимо предусматривать адекватную замену.

Тщательное глобальное, региональное и местное экологическое планирование, которое позволит максимально и экономно использовать конечные ресурсы планеты, не нарушая экологического и других видов баланса в угрожаемых размерах.

На основе тщательного экологического планирования и прогнозирования предотвращение дальнейшего опустынивания планеты и истощения ресурсов Мирового океана.

Максимальное развитие методологии, методов и инструментария эколого-социально-экономической экспертизы проектов и хозяйственных начинаний. Создание всемирного центра их оценки и сертификации.

Образование на паритетной основе всемирного центра экологической взаимопомощи и демографического планирования.

Настойчивое воспитание экологического мировоззрения, расширение экологического просвещения и образования. Создание центров экологической подготовки и переподготовки лиц, принимающих решения. Здоровье планеты, здоровье людей и собственное здоровье должны быть увязаны в единый, сознаваемый каждым человеком узел.

Энергетика

Понять, что порог энергетического насыщения на планете зависит не от возможностей получения энергии, а от допустимых лимитов ее использования — потока тепла, который может выдержать тропосфера Земли (см. закон одного процента, разд. 3.11).

Осознать, что нет безопасных и абсолютно «экологических» источников энергии.

Перейти от расточительного к экономному использованию энергетических ресурсов, уменьшив энергетические расходы на единицу прироста экономической продукции до 0,6—0,5 от нынешнего уровня. В перспективе получать энергию только от «чистых» источников, не добавляющих тепло в приземные слои атмосферы, главным образом от солнечных. С депопуляцией человечества энергетическая проблема, возникшая как внешнее ограничение развития, автоматически, как и многие другие, разрешится.

Пересмотреть общую энергетическую стратегию, отнюдь не во всех случаях стремясь к энергетическим гигантам, равномернее распределить энергетические мощности (отчасти перейти к мелким энергоустановкам — «солнечным домам», малым ГЭС, транспортным средствам на фотоэлементах и т. п.)¹.

Коммуникация

Понять, что человечество как «глобальная геологическая сила» нуждается в единой информационной системе (подобно организму высшего существа, имеющего нервную систему). Поэтому необходимо достичь следующих двух целей.

Развить энергоэкономные средства «живой» связи с тем, чтобы заменить ими личные контакты. При этом помнить о пагубности электромагнитных загрязнений. Мобильная аудио- и видеосвязь вместо автомобиля и самолета!

Коренным образом изменить способы накопления и передачи информации, заменив книги и газеты миниатюрными носителями, не требующими сведения лесов на бумагу (выпуск крупной газеты ежедневно требует сведения около 150 га леса).

Помнить, что «четвертая власть» средств массовой информации и коммуникации очень могуча, и стараться ее использовать во благо людей.

Промышленные технологии

Стремиться к максимальной миниатюризации изделий, ресурсоэкономности производства, снижению его воздействия на среду жизни.

Создать условно замкнутые (абсолютная замкнутость как и безотходность, нереальны (разд. 3.2.3 и 3.14) и каскадные технологии с использованием ослабляющегося потока энергии от одного предприятия к другому с тем, чтобы получать минимум вещественных отходов и с наибольшей полнотой использовать вовлекаемую в хозяйство энергию.

Снизить неравномерность давления человечества на среду жизни, ослабив острова тепла и другие геофизические и геохимические (а местами и биологические) антропогенные аномалии.

Выработать алгоритм максимально разумной (безопасной и экономной) комплектации промышленных отраслей в природно-территориальные комплексы с достижением их взаимозавязанности в единый ресурсоэкономный узел.

Прекратить радиоактивное загрязнение планеты, сведя к минимуму число АЭС современного типа и других опасных производств.

Избавиться от интенсивного распыления вредных веществ, особенно сложных органических и тяжелых металлов.

Подвергать строгой экспертизе любую технику и технологию, потенциально опасные для природы, жизни и здоровья людей.

Отказаться от чисто технологического (технократического) мышления, овладев комплексными методами оценки вводимых новшеств.

Сельское хозяйство

Перейти главным образом к экологическому (биологическому, бионическому, органическому) земледелию.

Получать сельскохозяйственные продукты индустриальными методами, главным образом в закрытом грунте, при возможности объединив получение энергии, частично

¹ Практически эти требования в развитых странах уже выполнены или находятся в процессе выполнения, как и предложенная ниже миниатюризация изделий. Эти пункты включены для полноты картины.

промышленной продукции и сельскохозяйственной продукции в единый комплекс, в котором были бы возможны 2—3 и более урожаев в год.

Найти эффективные способы управления численностью вредных для хозяйства и здоровья человека организмов не на химической, а на биологической, вернее биогеоэкологической основе, перейдя от управления видами к управлению ценозами (экологическими нишами и т. п.).

Населенные места и рекреация

Помнить, что города возводят для людей, а не для осуществления честолюбивых замыслов архитекторов. Населенное место должно быть безопасно и уютно для человека. «Мы создаем города, а города создают нас», — утверждал Аристотель.

Осознать, что «бетонные джунгли» населены людьми лишь потому, что вокруг них сохранилась естественная или полустественная природа. Зеленые зоны вокруг городов должны обеспечивать урбанизированный ареал кислородом и механизмами очистки и оздоровления среды (фитонцидами и тому подобным).

Понять, что большой город, хотя и имеет преимущества информационного центра и простора для социального выбора, — не лучшее место для жизни, поскольку выходит за край закона оптимальности (разд. 3.2.1). В малом городе «каждый знает о другом больше, чем о себе». В большом городе все вместе и каждый абсолютно одинок.

«Чем выше живешь (по этажности дома) — тем раньше умрешь». Это не только горькая шутка. Высотное строительство — не идеал.

Строительный проект для Арктики не годится для Африки не только потому, что где-то леденящий холод, а где-то нестерпимая жара. Он не подходит и из-за того, что на планете живут разные люди с глубоко различными биологией, экологией и традициями. Нарушать привычный строй жизни людей значит обрекать их на страдания, болезни и более раннюю смерть.

Переселение из спального города в не менее шумный и грязный курортный немного дает для отдыха. Рекреация требует глубоко научного подхода.

Территории для отдыха — возрастающий дефицит. Они требуют особо тщательного сохранения и обустройства. «Дикая природа» — наивысшая ценность среди человеческих ценностей. Она обеспечивает здоровье людей и сохраняет генофонд планеты.

Не помнящий прошлого не имеет будущего. Культурное наследие достойно сохранения не просто как прихоть, а как необходимый элемент здоровья человека.

Мораль

Лучшее для меня — не значит желаемое для другого.

Лишние вещи не составляют богатства, но и необходимые — не лишни (см. главу 7).

Десять библейских заповедей в современной интерпретации должен знать каждый. Каждый должен им следовать. Игнорирование их неминуемо должно вести к общественным санкциям вплоть до самых жестких. Мир слишком хрупок для волюнтаризма и разболтанности.

Признать историчность религий, необходимость их корректной трансформации в соответствии с изменениями условий жизни на Земле.

Столь же историчен и институт семьи, любой общественный институт. Везде нужна свобода выбора с учетом реальных ограничений. Эгоцентризм, консерватизм, достигающий полной социальной ригидности, — не лучшая стратегия для выживания человечества.

Социальная сфера. Демография

Отказаться от ложных социальных целей, прежде всего политического доминирования, гонки вооружений и осознать генеральную цель человечества — стремление к благополучию и счастью всех граждан планеты. Понять, что в условиях всеобщей гибельности «горячей» войны, сейчас в любом случае имеющей глобальный характер, все формы холодной войны превратились в инструмент экономической политики, изматывания экономики противоборствующей стороны путем гонки вооружений, инструментом острой конкуренции, от которого никто не выигрывает, но проигрывают все.

Направить освободившиеся от гонки вооружений средства на решительный подъем благосостояния народов, учитывая, что дальнейшее развитие, в том числе депопуляция человечества, в значительной мере зависит именно от степени удовлетворения комплекса потребностей людей, их максимальной продолжительности жизни и минимальной заболеваемости.

Понять до конца механизм демографических изменений и на основе знания оптималь-

ного отношения численности населения, экономических нужд и имеющихся ресурсов, а также с учетом биолого-генетических процессов в человеческих популяциях целенаправленно строить политику народонаселения. Депопуляция возможна лишь в обществе богатых и счастливых.

Национальное всегда глубоко интернационально, так как мировая культура соткана из национальных культур. Монокультура опасна везде — в социальной области не менее, чем на сельскохозяйственных полях. Поэтому национальная культура всегда должна иметь приоритет.

Социально-экономическое объединение мира возможно лишь через его национально-этническое разъединение (как объединение органов в теле человека). Насильно мил не будешь. Попытка навязать любовь или вернуть ее, как правило, кончается лишь синяками и царапинами. Национальный суверенитет исторически ограничен, но даже тень порабощения одного народа другим недопустима.

Глубоко разобраться в природе человека, его потребностях и не затрачивать средства на программы, входящие в противоречие с реальными нуждами людей, их социально-биологической природой, в частности, кардинально решить проблему алкоголизма, наркомании, курения и т. п.

Создать постоянно действующий консультативный Всемирный центр формирования глобальной, региональной и локальной экополитики (политэкологии) для выдачи научно обоснованных рекомендаций ООН и отдельным странам и регионам.

Максимально увеличить информированность человеческого общества в области его нужд и путей развития, стимулируя быструю проверку даже поначалу кажущейся неверной информации. Помнить, что мы располагаем лишь относительными истинами и развиваемся в условиях неполноты информации. Незнание каких-то закономерностей может быть основой для серьезных ущербов и даже катастроф. Тем более недопустимо скрывать информацию, имеющую значение для широких масс людей, их благополучия. Волонтаристские решения в наши дни могут быть чрезвычайно разорительными и даже иметь катастрофические последствия.

Перестроить науку и образование в основном с отраслевого типа на проблемный. Именно решение острых проблем — задача современной науки, имеющей тенденцию к интеграции ее дисциплин. Мы должны идти путем «знать — понимать — управлять» и беспрекословно подчиняться законам мироздания.

Длинный назидательный перечень, безусловно, неполон и может быть расширен, особенно в области экологического миропонимания и развития культуры. Много было сказано в тексте книги. Основная задача человечества сейчас заключается в разработке превентивных мер, которые бы перевели его экономику с рельс, вызывающих экологические затруднения, на путь «бесконфликтного», минимально энтропийного развития. Для этого необходимо от решения сиюминутных задач в большей степени перейти к постепенным фундаментальным изменениям в историческом процессе. Не лечение, а профилактика нужна для предупреждения «болезней», связанных с взаимодействием человечества и его хозяйства с природой. Только на пути разумного «мягкого» управления обществом и осторожного, глубокого научного подхода к природе и человеку можно рассчитывать получать максимальные социально-экономические выгоды с минимальными ущербами как природе, так и самому человеку, всем людям. Эпоха неконтролируемого саморазвития человечества и системы «человек — природа» окончилась. Наступило время Разума.

Решающим ресурсом стало время. Человечеству необходимо успевать изменять свои институты под ударами бумеранга разрушающейся природы. М. Нострадамус в первой половине XVI века предсказал гибель человечества в период от 2000 до 2006 г. после жестокой мировой войны между Азией и Европой в 1992—1999 гг. Тот же срок — 2003 гг. — указан в надписи на пирамиде Хеопса, послужившей нам эпиграфом к главе 1 этой книги. Нострадамус удачно предсказал множество бедствий, обрушившихся на человечество. Но едва ли существует фатальная безысходность. Просто развитие общества находится на парадоксальной точке экспоненциальной кривой, когда дальше так жить нельзя, необходимы новые пути развития. И они известны. Зная дорогу, не так трудно на нее свернуть.

В мире нет неразрешимых проблем. Есть лишь вопросы, которые мы не хотим или ленимся решать. Поэтому для паники нет причин. Если мы научимся устранять истоки, а не будем лишь бороться со следствиями экологического кризиса, у человечества сохранится светлое будущее. На путях к нему стоит немало препятствий. Но путь известен. Люди пройдут его, ибо другого выхода нет.

Если уж верить предсказаниям М. Нострадамуса, то в Первой Центурии он предрекает:

Все гаснет, все гибнет и рушится в Лету.
Я слышу биенье последних сердец.
Пять тысяч годов да еще пять веков жить осталось свету,
И наша история встретит конец.¹

Даже этот крайний пессимист в основном своем произведении отводит людям для жизни еще 5 тысяч лет!

Э П И Л О Г

Эта книга была задумана чуть больше 20 лет назад в период подготовки Стокгольмской конференции ООН по окружающей человека среде. Отдельные главы написаны в разные годы. Жизнь так стремительна, что быстро трансформирует многие устоявшиеся представления. Другие получают большую устойчивость. Их принимает общество как естественно данное.

Сложность положения автора в том, что ему часто не с кем было поделиться сомнениями. Экологической профессиональной среды еще не возникло. В лучшем случае можно было опираться на техническую помощь в кругу семьи или на критику сыновей, особенно Ар. Н. Реймерса. Много помогла мне жена А. В. Алина. Укрепляли дух формальные и неформальные ученики и коллеги. И все же ощущение научного одиночества не покидает меня. В книге достаточно много трюизмов, изъянов и пропусков. Чем больше в связи с этим будет критических замечаний со стороны читателей и рецензентов, тем легче автору освободиться от почти неминуемых ошибок. Увы, и он подвластен действию принципов инстинктивного отрицания признания и неполноты информации (см. разд. 3.15 книги)...

Автор сердечно благодарен всем своим помощникам и надеется, что кто-то услышит сказанное в книге, беспощадно раскритикует, а что-то, быть может, пойдет на пользу людям. О чем еще можно мечтать?

¹ Нострадамус М. Центурии. М.: Манускрипт, 1991. С. 21.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ЭКОПОЛИТИКИ

1. Общие положения

1.1. Любая система* развивается за счет окружающей ее среды (надсистемы). Несоответствие темпов и объемов развития системы функционально-пространственным и временным самовосстановительным возможностям надсистемы и адаптационным потенциям ее самой ведет эту систему к замедлению развития, застою, деструкции, а затем и к гибели. Любая система имеет как вход, так и отходы функционирования (выход) и согласно принципам термодинамики не может быть безотходной.

1.2. Саморегуляция отношений системы и надсистемы (гомеостаз системы «человек» в рамках ограничений надсистемы «биосфера») — необходимое условие длительного существования системы. Надсистема высокого уровня иерархии в конфликтной ситуации обычно сохраняется в любом случае, но часто в трансформированном виде. Это новое состояние может исключать возможность функционирования всего класса систем, к которому относится рассматриваемая, или накладывает очень жесткие ограничения на развитие этого класса систем.

1.3. Развитие системы «человек» возможно двумя путями. Первый — искусственное расширение производительности природной надсистемы и ее частей. Это экстенсивный путь, имеющий два варианта: а) пространственного расширения эксплуатируемых площадей суши и акваторий; б) внутренней интенсификации получения продукции путем сукцессионного омоложения экосистем. Второй путь — собственного внутреннего самосовершенствования (сверхинтенсивный путь). Оба пути имеют ограничения. В первом случае — в виде постепенной утери динамических качеств и надежности надсистемы**. Во втором случае — в форме лимитов внутренних потенций системы и взаимоотношения ее подсистем. Очевидно, что оптимально развитие с уравновешенным использованием обоих путей.

1.4. Неограниченный рост системы внутри надсистемы делает ее, как часть, больше целого и ведет к обоюдной гибели системы, ее ближайшей надсистемы и большинства сопряженных подсистем обоих структурных образований (действие принципа «неразумного паразита»).

1.5. Развитие системы в рамках запаса надежности ее надсистемы (способности к самовосстановлению) обеспечивает ей условно бесконечное время существования (в пределах временных ограничений надсистемы как таковой и как части системы еще более высокого уровня иерархии).

2. Человек и природа

2.1. Земля и ее биосфера — термодинамически открытая, практически вещественно замкнутая инерционная система с ограниченными пространственно-временными параметрами. Все ресурсы планеты конечны (исчерпаемы) — прямо или через термодинамические запреты. Развивающиеся части целого, в том числе растущее человечество, лимитированы глобальной надсистемой биосферы и экосферы планеты как целым.

2.2. Биосфера в настоящее время состоит из: а) естественно-природных самовосстанавливающихся образований, поддерживающих экологический баланс (гомеостаз) на планете и в ее регионах и обеспечивающих существование человечества как генетически обусловленного социально-биологического существа; б) природно-антропогенных образований типа сельскохозяйственных полей, других культурных ландшафтов, не обладающих свойством длительного само-

* Поскольку это приложение составляет отдельный текст, в нем возможны повторения сказанного в других местах книги.

** Подробнее см.: Реймерс Н. Ф. Системные основы природопользования // Философские проблемы глобальной экологии. М.: Наука, 1983. С. 121—161.

поддержания (квазиприродных систем); в) чисто антропогенных конструкций населенных мест и промышленно-хозяйственных объектов (артеприродной среды), не обладающих устойчивостью и быстро разрушающихся без поддержки человека.

2.2.1. В естественно сложившемся соотношении экологических компонентов (энергии, газов, жидкостей, субстратов, продуцентов, консументов и редуцентов, а также сопутствующей им информации) в рамках экосистем нет ничего лишнего или недостаточного, «вредного» или «полезного» для природы. Эти понятия антропоморфичны. Внеэволюционное или случайное природно-катастрофическое нарушение баланса экологических компонентов всегда антропогенно (в коротком интервале времени) и пагубно для экосистем и природно-ресурсного (экологического) потенциала развития человечества.

2.2.2. Природно-ресурсный (экологический) потенциал территории, акватории или любого системного и несистемного естественного образования в их пределах — способность природной системы или ее части без ущерба для себя (т. е. для механизмов своего функционирования и самовосстановления) отдавать необходимую человеку продукцию или производить полезную для него работу в рамках хозяйства данного исторического типа (включая утилизацию отходов, в том числе энергетических).

2.2.3. Сохранение экологически, социально и экономически оптимального сочетания экологических компонентов жизненно необходимо для людей. Нарушение принципа оптимальности в любом из блоков ведет к непропорциональным ущербам в других блоках, что в конечном итоге сказывается на благополучии целого.

2.2.4. Функциональное соотношение экологических компонентов нелинейно: незначительное изменение одного из них может привести к неадекватно большому позитивному или негативному (для людей) изменению других. При этом экологическая система, как правило, теряет полезные для человека свойства и превращается в природную или экономическую пустыню. В ходе таких превращений могут возникнуть эффекты саморасширения отдельных экологических компонентов типа массового размножения вредителей и т. п.

2.2.5. Оптимальное для сохранения природного (экологического) равновесия сочетание экологических компонентов возможно лишь в рамках допустимого преобразования природной среды (см. 2.2.а), обладающей свойством самоподдержания и саморазвития. Эти лимиты в энергетическом выражении глобально равны примерно 1 % от площади планеты при 100 % ее преобразовании (в этих пределах могут быть любые другие числовые сочетания). Несохранение природных образований ведет к экологическому дисбалансу (опустыниванию), которое человечество физически и экономически не может нейтрализовать. Единственный способ сохранить продуктивность планеты и среду жизни для людей — экологическая территориальная оптимизация.

2.3. Человечество — популяционная система, ограниченная доступными природными ресурсами и условиями жизни, социально-экономическими и генетическими механизмами. Любая значимая перемена в этих механизмах приводит к необходимости дополнительной адаптации, а следовательно, к крупным экономическим расходам. В противном случае возникают ущербы, которые могут выйти за рамки допустимых (мыслимо компенсируемых).

2.3.1. Возможности использования доступных природных ресурсов возрастают до пределов технико-экономической рациональности и автоматически не лимитированы наличным природно-ресурсным (экологическим) потенциалом как комплексом экологических благ, необходимых для жизни людей, их физического благополучия. В связи с этим интегральная или отраслевая эксплуатация ресурсов может вести (и обычно ведет) к разрушению природных систем (прямоу или косвенному, опосредованному). Это разрушение осознается как экологический кризис локального, регионального или глобального масштаба.

2.3.2. Социально-экономические нужды, как правило, приводят к нарастанию использования природных ресурсов вплоть до их полного истощения. Механизма превентивного блокирования эксплуатации ресурсов в рамках социальной и экологической рациональности в природопользовании человечество не выработало: экономические ограничения, возникающие на базе социально-экологического

дисбаланса осознаются лишь с наступлением кризиса. В лучшем случае кризис удается преодолеть, в худшем — наступает катастрофа (полное опустынивание или безвозвратная потеря ресурса).

2.3.3. Человечество и все остальное живое существует постольку и до тех пор, пока его генетические возможности соответствуют параметрам окружающей его среды. Несоответствие ведет к неминуемому вымиранию. Поскольку последнее непредотвратимо, экологические блага имеют наивысший приоритет в социально-экономическом развитии общества, составляя содержание экологической безопасности, к которой ведет рациональная экологическая политика.

2.4. До тех пор, пока человечество не составляло единого глобального образования, воздействующего на биосферу Земли в целом, экологические кризисы и катастрофы происходили в локально-региональных границах и благодаря разновременности развития пространственных подсистем человечества не приводили к угрозам всеземных коллапсов. Ныне человечество стало обще-земной «геологической силой» (по В. И. Вернадскому), способной нацело разрушить среду своего обитания — биосферу или сделать ее непригодной для собственной жизни. Эта опасность тем реальнее, чем выше технико-экономический потенциал и численность человечества (с учетом того, что общественные потребности многократно превышают сумму индивидуальных нужд людей). Никакая группа стран или регион, сколь высоко бы он ни был развит, не может избежать единой судьбы человечества. «Экологические двери» закрыть невозможно. Только научно-гуманитарное развитие человечества препятствует процессу техногенной деструкции.

2.5. Критерием и индикатором успешности социально-экономического развития в рамках экологических ограничений должны выступать показатели здоровья населения и продолжительность его жизни, а также природные предпосылки обеспечения этих показателей. Экономическое богатство как таковое следует считать устаревшим мерилем национального достояния. Не хлебом единым жив человек. Богатство страны прежде всего в здоровье населения, в интеллектуальном потенциале людей и в достаточном природно-ресурсном потенциале для их сохранения и развития. Поэтому нецеленаправленное и неконтролируемое развитие человечества в наши дни делается опасным. В этом смысл понятия ноосферы.

2.6. Экологические законы столь же объективны, как любые естественно-исторические и социально-экономические закономерности. Только следование им может привести к успеху*.

2.6.1. Сбой в действии принципа Ле Шателье — Брауна, искажения в процессе биогенной миграции атомов в связи с изменением глобальной биоты, нарушения во многих других фундаментальных закономерностях функционирования экосистем планеты указывают на то, что хроническая деструкция планетарных систем жизнеобеспечения приняла угрожающие для существования людей масштабы.

2.6.2. Одновременно наблюдаются признаки острой дисфункции планетарных систем и природно-ресурсного потенциала: истощение природных ресурсов и условий жизни людей; глобальное химическое загрязнение и замусоривание суши, моря, континентальных и подземных вод, ближайшего космоса, в том числе сложными органическими соединениями и тяжелыми металлами; геофизическое изменение среды жизни — изменение климата и т. п.; радиоактивное загрязнение поверхности Земли; ослабление озонового экрана и озоновые «дыры»; кислотные осадки как результат химического загрязнения; вторичное загрязнение в результате спонтанных химических реакций; обезлесивание планеты; деградация почв; опустынивание суши и акваторий; уничтожение видов, принимающее форму каскадного процесса; возникновение новых и проникновение существовавших опасных биологических форм в освобождающиеся и возникающие экологические ниши; смещение экологического равновесия с формированием новых экосистем; ухудшение артеприродной и квазиприродной среды, ведущее к психологической усталости, болезням стресса и т. п.

2.6.3. Объединенное действие хронических и острых процессов позволяет говорить о сложении антропогенных деструкций и саморазрушения биосферы.

* Перечень основных экологических закономерностей см. в главе 3 книги.

Наступил момент, когда на человека воздействует не природа, а измененная человеком природа. Отклонить или ослабить действие этого бумеранга с каждым часом делается все труднее. Пока еще глобальные процессы обратимы, но в любой миг они могут стать необратимыми, и тогда человечество будет фатально обречено. Вся социально-экономическая мощь людей окажется недостаточной для остановки процессов саморазрушения биосферы — надсистемы существования человечества.

3. Экологическая безопасность

3.1. Экологическая безопасность основывается на:

осознании того, что человечество — неотъемлемая часть природы, полностью зависимая от окружающей его среды;

признании ограниченности и конечности природно-ресурсного (экологического) потенциала Земли и отдельных ее регионов, необходимости его качественной и количественной инвентаризации;

невозможности искусственного расширения природно-ресурсного (экологического) потенциала сверх естественно-системных ограничений;

определении допустимого максимума изъятия природных ресурсов и изменения экосистем как среды жизни;

необходимости выработки превентивных экологических запретов задолго до экономического исчерпания природных ресурсов или их косвенного разрушения;

обязательности создания социально-экономического механизма гомеостаза в системе «человек — природа» типа «природа — товар — деньги — природа» (аналогично механизму «товар — деньги — товар»);

насушной и обязательной необходимости регулирования численности людей, их давления на природную среду на локальном, региональном и глобальном уровнях;

приемлемости только «экологосовместимых» технологий и техники во всех областях хозяйствования;

переходе к ресурсоэкономным технологиям и миниатюризации изделий, к безопасным для природы и людей хозяйственным приемам;

признании закона оптимальности, а в хозяйствовании — принципа разумной достаточности в использовании способов получения жизненных благ в пространственных и временных конкретных рамках (ограничения по факторам экологического, социального и экономического риска);

понимании, что без адекватной среды жизни (целостности экосистем) невозможно сохранение ничего живого, в том числе его видов (включая человека) и природных систем более низкого уровня иерархии.

3.2. Развитие человечества рационально лишь на пути интенсификации собственного социально-экономического развития (см. 1.3.), а не дальнейшего преобразования природы, поскольку этот последний традиционный путь ныне практически закрыт (кроме узкорегionalных возможностей) в связи с достигнутой в прошлом максимальной системной омоложенностью экологических образований (чем сукцессионно моложе природная система, тем она продуктивнее). Динамические качества природных систем уже резко ухудшены, а их надежность доведена до опасного нижнего предела, а возможно, уже утеряна.

3.3. Любые действия человечества, так или иначе хотя бы потенциально грозящие благополучию глобальных или регионально-локальных систем жизнеобеспечения, нуждаются в тщательной проверке (экспертизе) и жестком ограничении в рамках сохранения условно неизменного* природно-ресурсного (экологического) потенциала (см. 4.1).

3.4. Малые воздействия могут складываться в кумулятивные и цепные интеграции, по силе многократно превышающие отдельные влияния и их арифметическую сумму. Незначительное по величине не значит безопасное.

3.5. Вредное для одних групп организмов в силу физико-химического единства живого на планете не может быть безопасным для других групп, и в конечном

* На самом деле полной стагнации достигнуть невозможно — препятствует закон вектора развития — см. разд. 3.2.2 книги.

итоге, для человека. Разница лишь во времени и в скорости реакций деструкции. Вымирание (истребление) всегда имеет групповой характер природной цепной реакции.

3.6. Выход за пределы оптимального масштаба и скорости хода процессов (закона оптимальности) неминуемо разрушает природные системы, где бы и в какой подсистеме, надсистеме или экологическом компоненте этот выход не наблюдался.

3.7. Разрушение любой экосистемы неминуемо ведет к ущербам в смежных природных системах и во всей иерархии надсистем и подсистем вплоть до глобальных и элементарных образований.

3.8. Чем выше иерархический уровень нарушаемой природной системы, тем это нарушение пагубнее для человечества.

3.9. При использовании регионального природно-ресурсного (экологического) потенциала целью должно служить не получение отраслевого эффекта любой ценой, а обеспечение решения конечной комплексной задачи путем выбора альтернативных путей развития. Нужен не продукт как таковой, а оптимальное снабжение им или адекватным ему продуктом региональной или другой совокупности людей.

4. Экологическая политика: алгоритм практических решений

4.1. Ограниченность и конечность природных возможностей социально-экономического и физического развития человечества и его частей диктует необходимость четкого знания размеров глобальных, региональных и локальных ресурсов, интегрального природно-ресурсного (экологического) потенциала территорий и акваторий в их системной взаимосвязи во всей иерархии экосистем планеты — от элементарных до биосферы в целом.

4.1.1. Необходима целенаправленная инвентаризация природных богатств (природно-ресурсного потенциала) и знание экологических ограничений их использования.

4.1.2. Обязательно соблюдение нормативов безопасного изъятия или нарушения имеющихся ресурсов и природных систем.

4.1.3. Настал черед «экологического раздела» мира — определения квот использования любых природных ресурсов и экологических условий развития стран и народов. Коллективный характер владения природными условиями жизни человеческого общества не снимает необходимости «экологического раздела мира» и осуществления контролируемого международным сообществом ресурсного рынка (см. 4.5), в том числе рынка природных условий жизни и развития человечества. Другого механизма саморегуляции в рамках общественных механизмов пока не существует.

4.1.4. В региональном и локальном плане необходима оптимизация условий развития — один регион или хозяйственная отрасль не должны наносить социального, экономического и экологического урона другим, а внутри региона следует избирать путь наиболее щадящего природопользования, не подрывающего природно-ресурсный (экологический) потенциал (интегральный ресурс) будущего развития и не ухудшающего, а улучшающего состояние здоровья населения и повышающего длительность средней вероятной продолжительности жизни человека.

4.1.4.1. Качественным нормативом эксплуатации природных систем следует считать возможность формирования климаксовых или хотя бы узловых фаз сукцессионного развития экосистем в рамках ландшафтных образований. Показателями благополучия или неблагополучия могут также служить виды-индикаторы, указывающие на сохранение базовых свойств экосистем. В каждом географическом пункте и в пределах каждой экосистемы (или их сочетания) существуют свои специфические закономерности сукцессий и формирования биоты, поэтому общего стандартного перечня признаков составить нельзя: определение ситуации происходит в результате ее эмпирического изучения на месте.

4.1.4.2. Средним потенциальным нормативом вероятной продолжительности жизни человека следует признать срок в 89 ± 5 лет.

4.1.4.3.. Количественные нормативы использования природно-ресурсного (экологического) потенциала и изменения среды жизни конкретны для каждой экосистемы и ландшафтной разности. Можно наметить лишь весьма приблизительно общие пороги воздействия, за которыми происходят существенные изменения в природных системах в целом или в их отдельных экологических компонентах.

Эти ориентировочные пороги следующие:

а) для энергетических процессов или воздействия на них:

порог «спускового крючка» или триггерного эффекта (например, при наведенных землетрясениях) — 10^{-6} — 10^{-8} раз от наблюдаемой нормы энергетического состояния;

порог выхода экосистемы из стационарного состояния (с возвращением в него после окончания воздействия) — до 1 % от нормы (обычно значительно меньше) при длительном (в системном времени) воздействии; кратковременные возмущения могут достигать значительно больших величин, не принося существенных изменений в системы природы, но эти флуктуации, как правило, не могут выходить за рамки 10—70 % от наблюдаемой нормы;

порог деструкции — до примерно 10 % от нормы при перманентном воздействии (но может быть больше или меньше, например, для энергетики биосферы как целого он, видимо, ниже 1 % от солнечной постоянной у поверхности Земли);

б) для природных систем с организменным (централизованным) типом управления (вещественные изменения):

порог малых доз — около 10^{-3} раз от острого воздействия;

порог выхода из стационарного состояния — около 1 % от нормы;

порог разрушения — 10—30% от нормы;

в) материально вещественные изменения в системах с популяционным типом управления:

порог минимума — 10^{-6} — 10^{-8} раз от нормы;

порог выхода из стационарного состояния (устойчивых колебаний без угрозы деструкции) — в пределах 7—18, в среднем 10 % от нормы;

порог постепенной, но неуклонной деструкции находится в среднем выше 10 % от нормы и примерно до величины 10 % от среднего прироста популяции (потенциала самовозобновления, саморегуляции);

порог катастрофического саморасширения или самосужения под влиянием внешних факторов равен 10^5 — 10^6 , очень редко 10^7 — 10^8 раз по сравнению со средним числом особей в популяции.

Приведенные числа не являются нормативными, но позволяют ориентироваться при оценке и эмпирическом исследовании складывающихся ситуаций. Длительность воздействий рассматривается в системном времени, т. е. значимом для данного системного образования. Например, сорокоградусная жара или повышение температуры тела человека до этого же значения терпимы короткое время, но оно различно для разных природных систем (тундры, тайги, степи, сухой пустыни и их ландшафтных вариаций), а для человека зависит от пола, возраста, общего состояния здоровья и т. п. Дать общую точную числовую характеристику понятия «короткое время» невозможно.

Для определения допустимых изменений экосистем требуются интенсивные исследования, создание специализированных информационных систем с достаточно надежной базой данных. Пока уровень знаний очень низок, и каждый раз для определения норматива требуются глубокие эмпирические проработки на месте (экспедиционные и стационарные исследования, анализ истории формирования и трансформации экосистем и т. д.).

4.2. Общим важнейшим показателем благополучия экосистем любого уровня служит так называемое экологическое равновесие, или экологический баланс. Оно основывается на строго определенном взаимоотношении экологических компонентов (см. 2.2.1) внутри экосистемы (компонентное экологическое равновесие) или на взаимном уравнивании интенсивно (агроценозы, урбокомплексы) и экстенсивно (луга, запасы, естественные леса, заповедники и т. п.) используемых участков или целых экосистем (территориальное экологическое равновесие, см. 2.2.5). В последнем случае баланс экологических компонентов

возникает на основе межсистемного обмена или на уровне природной надсистемы*.

4.3. Размер платы за природные и трудовые ресурсы и штрафов за их ухудшение должен покрывать ущерб от их деградации и расходы на их полное или до нормативно принятого уровня восстановление с расчетом постепенного повышения, а не снижения этих нормативов. Получаемые средства необходимо вкладывать на достижение полезного эффекта именно в тех регионах (природных системах), где произошло нарушение, а дополнительно в местах рекреации населения и на образование резервного фонда поддержания экологического равновесия.

4.4. Внешний ресурсный круг «природа — хозяйство» постепенно должен уступать место внутреннему ресурсному кругу с минимальным изъятием новых порций природных ресурсов. Так называемые наукоемкие ресурсосберегающие малоотходные производства должны заменять экстенсивное природопользование. Это справедливо и для сельского хозяйства, где все больший удельный вес приобретает закрытый грунт.

4.5. Обмен природными ресурсами и условиями (ресурсный рынок) столь же закономерен, как и обмен товарами. Лозунг о повсеместном тотальном самообеспечении всем необходимым за счет внутренних ресурсов порочен в том случае, если он ведет к экологически или социально-экономически неблагоприятным последствиям. Торговля природными ресурсами и условиями среды жизни допустима постольку и до тех пор, пока не возникнут упомянутые последствия.

Особое место в ресурсном рынке занимает обмен рекреационными ресурсами — природными и природно-антропогенными. Наблюдаемый их дефицит определяет постоянное вздорожание ресурсов отдыха. Следует соотносить затраты и растущие доходы рекреационной сферы хозяйства с промышленно-сельскохозяйственным использованием территорий. Как правило, рекреационный сектор социально-экономически эффективнее, хотя бы в перспективе.

4.6. Природопользовательские мероприятия не должны заметно снижать природно-ресурсный (экологический) потенциал регионов и мира в целом ни в настоящем, ни в обозримом будущем. Они не должны ставить под угрозу здоровье населения. Экологически опасная сферхэксплуатация любой территории и акватории недопустима.

Снижение природно-ресурсного (экологического) потенциала территорий, акваторий и глобальной биосферы происходит тогда и постольку, когда и постольку используется несамовозобновляемая основная его доля (маточное стадо животных, основная популяция растений, вода сверх естественных сезонных колебаний ее количества в водоемах и водотоках и т. д.). Фактически в истории человечества это происходило всегда. Но был «запас прочности». Сейчас он очень мал и требует пристального внимания к себе.

Одна из важнейших задач — сохранение эффективного интегрального ресурса в рамках конкретных территорий и мира в целом. В противном случае человечеству грозит общее обнищание, а затем и окончательная деградация.

4.7. Человечество постепенно, настойчиво и неукоснительно должно переходить к целенаправленному демографическому управлению и планированию в целях ликвидации относительного и абсолютного перенаселения планеты и ее регионов. Природно-ресурсный (экологический) потенциал и общественные потребности в нем должны быть соизмеримы. При стремлении к депопуляции следует исходить из принципов:

- а) депопуляция возможна лишь на базе повышения благосостояния, культурного и образовательного уровней народов, улучшения здоровья людей;
- б) социально-экономические и культурные механизмы должны содействовать, а не препятствовать снижению общей численности населения;
- в) депопуляция требует компенсаторных действий для замены потребности в детях повышенной обеспеченностью других потребностей человека;
- г) снижение числа людей не должно вести к исчезновению рас, этносов и народностей как основы культурного и физического многообразия человечества.

4.8. Информация и научное знание в области экологии должны соответ-

* Подробнее см.: Реймерс Н. Ф., Штильмарк Ф. Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 295 с., а также главу 5 книги.

ствовать глобальным, региональным, локальным и личным нуждам людей. Пока наблюдается резкое отставание экологии как науки, что приобретает общественно опасный характер. Экологические преступления приобрели перманентный характер даже в высокоразвитых странах.

4.9. Воспитание экологического мировоззрения и культуры, повышение экологической ответственности — необходимейший компонент на всех иерархических уровнях — от семьи до государства и мирового сообщества народов.

4.10. Экологические требования (императивы) неотвратимы и должны лечь в основу локальной, национальной, региональной и мировой политики. Отрицание этого требования вызывает угрозу деградации среды жизни человечества, что неминуемо поведет к крупным социально-экономическим ущербам, возможно, к страданиям массы людей, а в экстремальной ситуации — к гибели цивилизации, если не всего человечества как вида живого.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНОЙ (ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ) ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТОВ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАЧИНАНИЙ (ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ)

Предварительные замечания

Проекты по масштабу и производственно-отраслевому назначению чрезвычайно многообразны. Однако это многообразие сводимо в естественные группы по размаху изменений, производимых осуществлением проекта в природных и социально-экономических системах. Как правило, перемена в естественных системах жизни по масштабу совпадает с изменениями социально-экономического развития, но может быть неадекватна по математическому знаку, особенно в коротком интервале времени. Кратковременный успех или неуспех может затем в длительном временном интервале смениться отрицательными или положительными изменениями. Степень неопределенности всегда высока*.

Особое место занимают проекты новых технологий и технических устройств. При достаточно большой инерционности производства непрерывно происходит их замена по цепи «лучший из имеющихся (доступных) — лучший из разработанных (изобретенных) — лучший из желаемых (теоретически достижимых)». Понятие «лучший» рассматривается с технической, экономической, социальной и экологической точек зрения одновременно, к тому же с учетом географических и общих социально-экономических условий конкретных регионов (включая технологическую культуру), где технологию или техническое устройство собираются использовать. Например, выхлоп автомобильного двигателя по своему воздействию на среду жизни различен в условиях Крайнего Севера, умеренной полосы, влажных регионов и сухих пустынь юга. Типы энергетических устройств в этих же местах получают также различную оценку, усложненную критериями легкости получения энергоисточника, его воздействия на среду при транспортировке (при ее необходимости) и т. п. показателями.

Оценка предлагаемого хозяйственного начинания или проекта состоит из проверки данных и расчетов проектной документации, сравнения других путей достижения той же или аналогичной цели (возможно, упущенных проектировщиками) и определения справедливости оценки воздействия проекта на окружающую среду (environment assessment — в западной практике, ОВОС — оценки воздействия на окружающую среду — в практике нашей страны). Экспертиза может быть на уровне оценки проекта специалистами на основе их прошлого опыта или новой проработки предлагаемого начинания на натурной модели (с проверкой всех изначальных данных и посылок). Оценка специалистами, как правило, основана на сравнении с существующими аналогами. ОВОС может

* См. принцип обманчивого благополучия в разд. 3.15 книги.

быть составлена на этой же основе на специальном натурно-модельном исследовании. Предпочтителен второй вариант.

Ответственность (юридическая и финансово-экономическая) за справедливость ОВОС должна распределяться между инвеститором, проектировщиком и кредитующим проект банком. ОВОС поэтому целесообразно поручать независимым фирмам, переносящим на себя эту ответственность и производящим страховку на случай непредвиденных ошибок. То же касается и экспертизы (как оценки, так и альтернативной проработки) проектов и хозяйственных начинаний. Оплата экспертизы и ОВОС должна осуществляться за счет заказчика проекта.

1. Базовые требования

1.1. По размаху воздействий проекты можно разделить на точечные, локальные, региональные и глобальные. В проектной практике обычно приходится иметь дело с тремя первыми. Однако даже точечные проекты, суммируясь, оказывают воздействие на более высокие по иерархии систем образования — природные и социально-экономические вплоть до глобальных биосферы и антропосистемы. Эта суммация требует учета.

1.2. Основное «внематричное» требование к любому проекту заключается в том, чтобы его разработка была направлена не на изолированное «вписывание» в хозяйственный уклад и природу рассматриваемой территории хозяйственного объекта или начинания ради отраслевых, ведомственных, «государственных» целей, а наоборот, объект должен служить целям развития местной экономики и населения (в том числе сохранения его здоровья и увеличения продолжительности жизни), сохранения природно-ресурсного потенциала региона и лишь затем государственным и отраслевым (частным) интересам. В противном случае возникает каскад разрушающего природопользования, каждый из элементов которого как будто бы направлен на всеобщее благо, а в целом, не принося эффекта для конкретных регионов, весь поток мероприятий оказывается направленным лишь к саморазвитию отрасли. Общие «государственные» интересы, оторванные от местных нужд, делаются фикцией, социально-экономическим миражом. Проекты осуществляются ради самих проектов. Для того чтобы этого не случилось, проект должен быть соразмерен с местными нуждами, с природно-ресурсным потенциалом территории и служить достижению краткосрочных и долгосрочных целей местного развития с учетом ограничений, налагаемых природными и социально-экономическими системами более высоких уровней иерархии.

Отсутствие или предполагаемое отсутствие ущерба на месте еще не означает полной безвредности объекта, если он воздействует на среду жизни более широкого пространства. Например, ГЭС и ирригационные плотины на среднеазиатских реках меняют режим стока в Арал. Вода безвозвратно расходуется. Происходят климатические (шире — геофизические) изменения, перенос соледержащего песка на сотни километров (видимо, вплоть до Монголии). В результате снижается водный сток и происходит засоление полей. Деградирует рыбное хозяйство. Ухудшается качество питьевой и поливной воды. Последуют затруднения в ведении земледелия и животноводства. Экологические воздействия нивелируют экономический эффект и создают неблагоприятную социальную обстановку. Монголия уже заявила протест, так что возможны и международные осложнения.

1.3. Необходимость осуществления проекта или хозяйственной акции. Она далеко не всегда очевидна, а иногда весьма сомнительна. Нередко это выявляется не на этапе предварительных оценок проекта, а уже в ходе его осуществления или функционирования готового объекта. Например, по железной дороге Салехард — Ямбург, обошедшейся в 0,5 млрд р., ходит один состав в месяц. Параллельно идущая бетонная дорога стоимостью в 300 млн р. практически не функционирует. В Сибири таких объектов очень много. Их строили без четкого обоснования необходимости строительства и возможностей поддержания в рабочем состоянии. К этому разряду, видимо, относятся многие «великие стройки» — ГЭС и ныне планируемые АЭС. Разработка альтернативных проектов в таких случаях обязательна. При этом следует исходить из прогноза научно-технического и социально-экономического развития на достаточно большой период времени: кажущееся необходимым сейчас может оказаться ненужным в дальнейшем.

1.4. Осуществимость проекта в рамках существующих технико-экономических, социальных и экологических условий, к сожалению, нередко бывает сомнительной. Так, печально знаменитая железная дорога Салехард — Игарка принципиально не могла функционировать в условиях мерзлых грунтов севера Западной Сибири. Нет уверенности, что вновь строящаяся железнодорожная магистраль Салехард — Баланенково, на «экспериментальное» строительство которой в 1990 г. было выделено 75 млн р. (в 15 раз больше, чем на жилищное строительство в Салехарде — Лабытнанги), принципиально сможет безупречно работать (на нее уже истрачено 600 млн р.). Весь Тюменский нефтегазовый комплекс, требующий вложения до 2005 г. примерно 300 млрд р. и дающий экологические ущербы в размере 60 млрд р., фактически неосуществим из-за слабой научной проработки. Техническая реализация, если она принесет лишь убытки, не может быть признана успехом.

1.5. Полнота ресурсной проработки проекта. Учитывать необходимо природно-ресурсный потенциал региона в целом, наличие конкретных природных, материальных и трудовых ресурсов в общей связи всех хозяйственных начинаний в регионе. Отвлечение ресурсов на одно мероприятие всегда воздействует на успешность, а иногда и выполнимость других (см. 2.1.1 и раздел книги 3.14). Необходимо рассматривать весь ресурсный цикл в пространстве и во времени — от изъятия ресурса из природы (с учетом существующих изменений в природных системах) до полного вхождения изъятых природного материала в биогеохимические циклы планеты и затухание в ходе саморегуляции возникающих возмущений. Для ТЭС это пространство и время от добычи топлива до утилизации золы и иных отходов, включая газовые выбросы (CO_2 , SO_x , NO_x и др.). Очевидно, это десятки лет и почти весь слой биосферы. Для АЭС учитываемое время равно сотням и тысячам лет — от добычи ядерного топлива до его полного радиоактивного распада. Необходимо принимать во внимание не только потоки вещества, но и физические процессы, прежде всего тепловые, волновые и радиационные.

Для трудовых ресурсов анализируемое время и пространство также не ограничивается ныне принятыми демографическими и отраслевыми рамками. Отток кадров для выполнения проекта требует их переподготовки как в рамках проекта, так и в оголяемых смежных регионах и отраслях хозяйства. Различия в оплате труда (работники, осуществляющие проект, обычно имеют больший заработок) могут вызвать в них глубокие диспропорции. Традиционные формы деятельности могут исчезнуть или почти исчезнуть. Это не всегда оправдано. Восстановление традиционного хозяйства требует значительных усилий и расходов, подготовки новых кадров, что занимает десятки лет.

Появление новых возможностей для развития формирует изменяющийся облик хозяйства. Например, наличие энергии, особенно ее излишков, вызывает рост энергоемких хозяйственных отраслей. Они воздействуют на сочетание всех ресурсов в регионе. Нередко возрастает давление на среду. Саморазвитие хозяйства происходит отнюдь не всегда в желательную сторону, поэтому просмотр вариантов перспективного развития обязателен. Необходим учет всех плюсов и минусов (интегрального ресурса — см. разд. 3.14 книги) не только в рассматриваемой отрасли, но во всем народном хозяйстве (по иерархии — от локального места до страны в целом).

2. Общенаучные, системные и психологические принципы экспертизы

Общие правила научной экспертизы проектов кратко сводятся к установлению соответствия следующим законам развития природы и общества: принципам оптимальности и достаточности, размерности природно-ресурсного потенциала, правилам интегрального ресурса и взаимодействия экологических компонентов, законам природных и социальных ограничений, общеэкономическим законам общественного развития и т. п.* Основные из этих законов, принципов и правил перечислены ниже.

* Более подробно об этих закономерностях можно прочитать в главе 3 книги. Ссылки на соответствующие разделы этой главы указаны в скобках.

2.1. Группа законов оптимальности.

2.1.1. Правило интегрального ресурса (разд. 3.14): конкурирующие в сфере использования природных систем (природных комплексов, экосистем) отрасли хозяйства неминуемо наносят ущерб друг другу тем сильнее, чем значительней они изменяют совместно эксплуатируемый экологический компонент (энергия, вода, атмосфера, почво-субстраты, растения-продуценты, организмы консументы и редуценты) или всю систему (комплекс) в целом. При этом разрушение биоты ради получения, например, минеральных ресурсов чревато дальнейшей невозможностью жизни человека в данном регионе. Особенно заметно это на примере малых народов, ведущих традиционное хозяйство. Разрушение природно-ресурсного потенциала ради ведомственных или «общегосударственных» целей ведет к неминуемому вымиранию этих народов, поскольку теряется основа их существования.

2.1.2. Правило меры преобразования природных систем (обобщенные закономерности разд. 3.14 и 3.15): в ходе эксплуатации природных систем нельзя переходить некоторые пределы, позволяющие этим системам сохранять свойства самоподдержания (самоорганизации и саморегуляции). Несоблюдение этого правила ведет к опустыниванию северного (холодного) или южного (аридного) типа.

Размерность этого требования — очень сложный вопрос. Она зависит от географического места, степени устойчивости и надежности природной системы, способности ее противостоять природным цепным реакциям и естественной изменчивости природных условий. В маргинальных и наиболее уязвимых регионах, как правило, коренным образом преобразовывать допустимо не более 1 % площади экосистем, находящихся в природно-естественном состоянии. Площадь коренным образом измененных экосистем в наиболее благоприятных условиях может достигать 40 %, после чего ущербы возрастают (см. главу 5). Экспертные оценки допустимых площадей преобразования по ландшафтным зонам СССР см. на рис. 5.1.

2.1.3. Закон оптимальности (разд. 3.2.1) гласит, что с наибольшей эффективностью любая система (в том числе природный и хозяйственный объект) функционирует в некоторых пространственно-временных пределах, выход за которые обесценивает данный объект как подсистему более крупной системы или ведет к разрушению этой крупной системы. Закон оптимальности касается как индивидуального размера единичной системы, так и числа однородных систем.

Оптимальные размеры не могут быть определены общими количественными показателями. Минимальный размер таков, при котором система еще не теряет своих функций. То же касается максимального размера, но тут важны расходы на внутрисистемную организацию и межсистемные связи. Гигантизм вызывает слишком большие затраты на саморегуляцию внутри системы, что делает конкурентоспособными малые аналоги с теми же или с другими, но близкими принципами действия. К тому же при гигантизме растут внешние ущербы среде (экономические, социальные и экологические), что также повышает конкурентоспособность альтернативных устройств. Так, бесплотинные ГЭС постепенно, видимо, будут вытеснять гигантские станции с высокими плотинами. Малые солнечно-водородные устройства сделаются вполне конкурентоспособными и т. д. В каждом конкретном случае необходима оценка и моделирование оптимальных размеров, сравниваемых с заложенными в проекте.

2.1.4. Закон необходимого разнообразия (разд. 3.2.1): система не может сформироваться из абсолютно одинаковых элементов или на принципе монополизма. Любая (природная, социальная, экономическая) монокультура не обладает свойствами самоподдержания за пределами индивидуального срока существования. Среднеазиатский хлопок как монокультура уже привел и приведет к еще более крупномасштабной экологической катастрофе. Тюменские нефтегазовые промыслы при одностороннем развитии не только разрушают природу севера Западной Сибири, но и станут после исчерпания запасов нефти и газа зоной социально-экономической пустыни. Самовосстановление природы может произойти в этих местах за 100—150 лет, если изменения не окажутся необратимыми. Такая необратимость на Ямале возникает из-за того, что льдосодержащие грунты (в них до 80 % льда) могут разрушиться, и полуостров за несколько десятилетий способен сначала превратиться в цепь островов, а затем исчезнуть как геологическое образование, уйдя под воды Северного Ледовитого океана.

2.1.5. Закон (принцип) увеличения степени идеальности (разд. 3.2.1): гармоничность отношений между частями системы историко-эволюционно возрастает (что ведет к миниатюризации изделий и хозяйственных объектов). Новый объект нарушает сложившуюся гармонию, что требует учета. Наблюдавшееся стремление к гигантизму всех проектов приводило к глубокой дисгармонии региональных систем природы и общества. Результатом стали диспропорции в хозяйственных и экологических механизмах.

2.1.6. Суммирование пп. 2.1.1—2.1.5 дает критерий принципа достаточности (вместе с учетом ограничивающих факторов — п. 2.2) — см. п. 2.3 и разд. 3.15.

2.2. Группа ограничивающих факторов.

2.2.1. Закон соответствия между уровнем развития производительных сил и природно-ресурсным потенциалом (разд. 3.14): развитие производительных сил остается относительно постоянным до момента резкого истощения природно-ресурсного потенциала, вслед за чем следует революционное (относительно ускоренное) их изменение.

Очень существенно уловить переломный момент в формах использования как глобального, так и регионального природно-ресурсного потенциала. Например, рекреационные ресурсы в наши дни начинают лимитировать общественное развитие, а потому стремительно дорожают. Варианты промышленного освоения (например, Горного Алтая) выглядят в этом свете ущербными, а рекреационного — предпочтительными. Туризм в Кении, основанный на встречах со слонами, приносит доход, в 10 раз превышающий потенциальную стоимость бивней животных. Социальное лесоводство получает преимущества перед добычей древесины и кое-где в 3—26 раз выгоднее ее.

2.2.2. Правило взаимодействия экологических компонентов (см. закон внутреннего динамического равновесия, разд. 3.9.1): изменение количества или качества одного из экологических компонентов неминуемо ведет к качественно-количественным изменениям других экологических компонентов или динамических свойств природной системы. При этом соотношение меняется не строго пропорционально, а, как правило, скачкообразно. Хороший пример — сверхэксплуатация водных ресурсов Средней Азии.

2.2.3. Закон сукцессионного замедления (разд. 3.9.2): насыщающаяся система имеет тенденцию к замедлению количественного роста и продуктивности, если не имеет мощного входа и выхода («омоложение» на своей территории или в составе надсистемы). Сформулированная закономерность справедлива для любых, в том числе социально-экономических систем.

Нередко получаемые от реализации проекта результаты оказываются значительно скромнее ожидавшихся из-за действия этого закона. Иногда бывают получены даже отрицательные результаты. Например, интенсивное применение ядохимикатов привело к выработке у вредителей устойчивости к ним, а удобрение полей сверхбольшими дозами минеральных удобрений не вызвало увеличения урожайности и ухудшило качество получаемой сельскохозяйственной продукции. И те, и другие вещества, загрязняя среду и продукты питания, вызвали ущербы и повысили рыночную цену «биологического» урожая, выращенного с минимальным применением химических веществ.

2.2.4. Правило (неизбежных) цепных реакций «жесткого» управления природой (разд. 3.14): возведение технических объектов, меняющих природные процессы, чревато природными цепными реакциями, значительная часть которых оказывается экологически, социально и экономически неприемлемыми в длительном интервале времени.

Наиболее известны те примеры цепных реакций техногенного изменения природной среды, что следуют за строительством ГЭС и вырубкой лесов на больших территориях. В первом случае перегораживающие реку плотины вызывают длинную цепь изменений как в природе, так и в жизни людей, их хозяйстве: затопление и подтопление земель, изменение скорости водотока его самоочищающей способности, величины твердого стока реки, кавитационное омертвление воды, проходящей через турбины, изменение ее химического состава, невозможность миграции рыб (даже если они идут через рыбоподъемники, то попадая в неподвижную воду водохранилища, теряют ориентировку, так как движутся только против течения), исчезновение ряда видов живого, переселение людей,

смена мест водозабора, перемены в водном и сухопутном транспорте (часто бывают залиты части дорог), в интенсивности связей между людьми, оказавшихся по разные стороны водохранилища, и т. д. и т. п. В то же время часто происходит улучшение водоснабжения и рекреационных возможностей. При вырубке лесов изменяется водный сток, гидрогеологический режим водотоков, химический состав вод, ветровой и климатический режимы местности, видовой состав растений и животных, характер промыслов, рекреации и т. п. Поскольку все эти изменения захватывают многие десятилетия, они меняют эколого-социально-экономическую обстановку практически безвозвратно.

2.2.5. Принцип старого автомобиля, или «помни о смерти» (разд. 3.12): технические устройства (и любые системы) со временем (старением) теряют эффективность, поэтому расчеты должны вестись с учетом увеличения эксплуатационных затрат и того, что будет, когда устройство (система) выйдет из строя. Экономические и другие потери при строительстве следует суммировать с потерями при демонтаже, см. п. 3.1.

2.3. Принцип разумной достаточности и допустимого риска (разд. 3.15): размерность и число аналогичных объектов, воздействующих на среду жизни, должно быть не больше и не меньше того количества, которое обеспечивает сохранность этой среды и свободный маневр в случае изменения обстоятельств. Риск, связанный с осуществлением проекта, не должен превышать принятого норматива. Несоблюдение этого принципа опасно экологически, ущербно социально и разорительно экономически. Притом увеличение риска, как правило, идет экспоненциально. Так, расширение монокультуры или любой другой выход за пределы группы правил оптимальности (правила 1 и 10 процентов и другие — см. главу 3) всегда в конечном итоге ведет к катастрофе. Увеличение числа АЭС мира до более 400 привело к недопустимому риску числа крупных аварий: до одной на 5 лет.

Количество высоких плотин на больших реках мира достигло 2200. Это сделало риск вероятного разрушения одной плотины равным одному событию в 5 лет. В рамках бывшего СССР построено 200 таких плотин. Вероятность разрушения достигла одного события в 50 лет. Со старением плотин теоретическая частотность аварий возрастает. Риск, математически выраженный формулировкой «одно событие за 50 лет», не означает равномерности чередования этих событий. Могут произойти несколько аварий за короткое время. Обычно эти события вызывают резко негативную общественную реакцию. Подобные проекты делаются социально нерентабельными (неприемлемыми), наступает их моральная дряхлость и затем отмирание.

Примерно то же произошло с ростом производства фреонов, их воздействием на озоновый экран планеты.

Однако глобальные угрозы количественно предсказать труднее, чем риск неоправданного роста числа конкретных объектов. Если для АЭС и плотин на реках легко рассчитать теоретическую вероятность аварии (если, конечно, стоять на почве реальности, а не эйфории или «экологического максимализма»), то меру воздействия массы технических устройств или осуществленных проектов на биосферу Земли, ее подсферы и экологические компоненты (энергетику, газы, жидкость, почво-субстраты, продуценты, консументы и редуценты) определить очень трудно. Это связано с буферностью природных систем, внезапным развитием событий в них по экспоненциальным законам, а главное, с ощутимым недостатком информации. Так, нельзя точно указать какая концентрация CO_2 и других атмосферных примесей приведет к катастрофическому изменению климата на планете. Строительство плотин на реках разрывает связи между экосистемами Мирового океана и континентальных вод. Когда-то это может вызвать неустранимую экологическую катастрофу. Предсказать ее сроки невозможно.

В связи с этим приобретают особое значение упомянутые правила 1 и 10 процентов. Первое утверждает опасность изменения энергетики природных систем даже в пределах ниже 1 % от общей энергетики системы. Второе предупреждает о недопустимости изменения вещественных параметров систем более чем на 10 % (фактически разово между 5 и 25—27 %, в многолетнем режиме менее 10 % — см. разд. 3.11, главу 4 и приложение 1).

Исходя из подобных превентивных нормативов, использование более 80 %

стока рек Средней Азии на хозяйственные нужды заведомо губительно. На момент проведения планово-прогнозных расчетов развития региона был известен норматив рыбного хозяйства, не допускающий снижения водности рек более чем на 5 %. Игнорирование этого норматива — на совести проектировщиков и плановиков. Нынешний результат — экологическая катастрофа в бассейне Аральского моря.

2.4. Группа информационных и психологических ограничений.

2.4.1. Принцип удаленности события (разд. 3.15): явление, отдаленное по времени и в пространстве, кажется менее существенным, а предупреждение о нем малозначимым. Практическим следствием действия принципа удаленности события служит то, что обычно упускают момент разумной достаточности, и затраты на ликвидацию последствий техногенных изменений оказываются выше общественно приемлемых. Возникающие убытки часто очень значительны. Однако это не приводит к учету прежних уроков и ошибок, поскольку не наступает ответственность за них: время прошло, ошибки признаны, новые затраты и ущербы вошли в цену продукции и другие платы, получаемые от населения. При значительном развитии экономики и высоком уровне жизни возникающие ущербы не вызывают заметного снижения того и другого. Но при таких низких значениях этих параметров, как у нас в стране, действие принципа удаленности события очень разорительно. Поэтому его следует тщательно учитывать при экспертизе проектов и хозяйственных начинаний.

2.4.2. Принцип регулярных ошибок моделирования (см. принципы инстинктивного отрицания признания, разд. 3.15): психологически значимым факторам придается излишний вес, что при составлении программ и моделей ведет к искажению результатов в сторону обоснования первичной гипотезы, принятой программистом (он при реализации программы на ЭВМ обычно получает то, что хотел, а не объективный результат). Модели следует тщательно проверять.

2.4.3. Принцип неполноты информации (неопределенности): информация при проведении хозяйственных акций в природе всегда недостаточна для априорных суждений о всех возможных результатах осуществляемого мероприятия (разд. 3.15). Связано это с исключительной сложностью природных систем. Для ослабления действия этого неустрашимого изъяна требуется многовариантная проработка прогнозов — по методу географических аналогий, на натуральных моделях, с помощью логического и математического моделирования, на исторических аналогах и т. д. При этом необходим учет действия принципов удаленности события (п. 2.4.1) и регулярных ошибок моделирования (п. 2.4.2), а также частой ошибки актуализма, предполагающего, что процессы геологического прошлого адекватны современным, искаженным антропогенной деятельностью и идущим в ином масштабе времени. Например, Телецкое озеро не может быть географическим аналогом предполагаемого Катунского водохранилища. Формирование озера шло в течение многих тысячелетий (возможно, оно было изначально мертвым из-за ртути), в то время как водохранилище образуется за короткий ряд лет. Также неверен климатический прогноз, базирующийся на геологическом прошлом Земли. Тогда было иное состояние биосферы планеты, иные поглотительные способности, источники поступления газовых примесей и т. д.

2.4.4. Принцип обманчивого благополучия (разд. 3.15): успех природопользовательского мероприятия становится ясным лишь после того, как сформируется цепь сопутствующих природных реакций (п. 2.2.4) в ответ на данное мероприятие и на их регионально-глобальную совокупность. Вначале получают, как правило, некомпенсированный эффект, а не действительно объективный результат. В связи с этим всегда требуется глубокая прогнозная (логическая и модельная) проработка, в том числе связей между хозяйством и природой.

Ленинградская дамба — необходимое сооружение для защиты города от наводнений, теоретическая высота которых возрастает с ростом уровня мирового океана. Однако ее строительство до возведения очистных сооружений привело к недопустимому, все время растущему загрязнению устья Невы. Нельзя считать это прямой «виной» строительства дамбы. Если же перераспределение твердого стока Невы из-за возведения дамбы даст серию негативных результатов — это будет реальной угрозой, хотя и отдаленной во времени.

3. Показатели эффективности (экономические составляющие)

3.1. Анализ размера капиталовложений и скорости их амортизации с учетом существующих нормативов и ограничений всех остальных блоков матрицы. Экономичность следует рассматривать в максимально широком спектре альтернатив с учетом их динамики во времени. Обязателен расчет расходов на демонтаж (например, для АЭС — до 40 % первоначальных капиталовложений) и весь ресурсный цикл (п. 1.5).

Особенно важен учет изменения цен во времени. Существующие тенденции оценки ценности природных ресурсов могут измениться даже на обратные, но, как правило, лишь в относительно коротком интервале времени. В длительном интервале времени природные ресурсы в целом делаются экономически и социально дороже (разд. 3.12 и 3.14). Но возможны кратковременные падения цен, особенно на конечные продукты, получаемые из того или другого ресурса. Например, безводный аммиак, получаемый из природного газа, на мировом рынке упал в цене с конца 70-х гг. примерно в 5 раз. Но в длительном времени как энергоноситель и химическое сырье природный газ будет дорожать.

Дорожают природные ресурсы и в соответствии с их географическим положением (дифференциальная рента) как сами по себе, так и в связи с иным соотношением в интегральном ресурсе (разд. 3.14). Очевидно, экономически совершенно бесперспективно интенсивное освоение Крайнего Севера. Затраты там выше общественно приемлемых на данное и обозримое время.

Все экономические расчеты необходимо делать, исходя из концепции интегрального ресурса (природного, трудового и материального (разд. 3.14) с учетом современных и потенциальных ущербов и выгод для других отраслей хозяйства (п. 1.2—1.5). Как правило, такие расчеты в проектах не сделаны. В связи с этим они полностью ложатся на плечи составителей ОВОС и экспертов, натурно оценивающих проект.

3.2. Эксплуатационные затраты с учетом всего цикла производства от момента получения сырья до момента включения образующихся отходов в естественные природные круговороты веществ и потоки энергии. Обязателен учет не только цены сырья, но и оценки используемых природных ресурсов, традиционно относимых к природным условиям (климат, вода, воздух и т. п.). Отсутствие реальной цены на эти условия может оказаться временным, поэтому необходим прогноз на глубину срока функционирования предполагаемого объекта (иногда это 100 лет и более). Доминанта в оценке незаменимых ресурсов — блок экологической цены (п. 3.3).

3.3. Экологическая цена — это эколого-экономические издержки текущего и перспективного времени, экологическая рента, экологические ущербы от использования ресурсов с учетом сопутствующих потерь. В случае воздействия на легко исчерпаемый невозстановимый и принципиально незаменимый ресурс экологическая цена стремится к бесконечности (например, при воздействии на даже теоретически невозстановимый вид живого, при угрозе деструкции крупных экосистем, при изменении среды жизни сверх генетических возможностей людей к адаптации, при потере особо ценных бальнеологических ресурсов и т. п.). Так, в затраты на охрану среды (без учета всегда сохраняющихся ущербов) в современной теплоэнергетике входят 23—40 % увеличения капиталовложений для осуществления очистки и от 3,2 до 8,7 % стоимости добычи топлива (для угля) на шахтах. Суммы эти увеличиваются из-за необходимости улавливать CO_2 , но сокращаются при производстве продукции из улавливаемых отходов.

Крайне сложно оценить теряемые невозстановимые и особенно незаменимые ресурсы. Часто они не имеют эквивалентных социальных и экономических оценок. Кроме того, хотя такие четкие оценки и отсутствуют, но они непрерывно потенциально растут. Например, «цена» вида живого с уменьшением их числа резко возрастает. В настоящее время условный экономический и социальный денежный эквивалент «цены» вида (общественно оправданных затрат на его сохранение) равен примерно 20 млн долларов (по его значимости в надежности систем биосферы). Оценка деструкции экосистем может исходить из рыночной цены опустыниваемой площади или из падения ее потенциальной хозяйственной производительности (степени ее «экономического опустынивания»). Все рекреаци-

онные блага пока можно оценивать по затратам на их компенсацию, но если они незаменимы (например, туберкулезные санатории типа Чемальского на Катунь), такой расчет некорректен. Здоровье и жизнь человека трудно оценить в экономических категориях, но, тем не менее, необходимо. Исходя из международной практики, условно потеря трудоспособности одним человеком в экономическом выражении утраивается (считается, что двое должны его содержать). Кроме того, учитываются социальные издержки (дурной пример, стресс и т. п.). Экспертно потерю одной незаменимой лечебной путевки (исходя из того, что ее реализация могла сохранить человеку трудоспособность) можно оценить примерно в 150 тыс. р.* Однако исходить нужно не из пропускной способности существующего курорта, а из потенциальной емкости курортного места. Для упомянутого Чемальского курорта на Катунь, имеющего общую потенциальную емкость в 15 тыс. человек в год его оценка составит: $150 \cdot 10^3 \text{ р.} \times 15 \cdot 10^3 \text{ чел/год} = 2250 \cdot 10^6 \text{ р/год}$, т. е. 2 млрд 250 млн р. в год составят потенциальные потери от затопления долины реки Катунь и изменения ее климатических характеристик водохранилищам ГЭС только на курортных ресурсах. Это больше, чем вся сметная стоимость строительства и многократно выше ожидаемых прибылей от эксплуатации ГЭС.

Такие расчеты только кажутся завышенными из-за слабого учета социальных факторов жизни общества. В развитых странах, тем не менее, подобные расчеты делаются на прогнозный период в 100 лет и фигурируют в судебных делах (см. также главу 6).

Исчисление эколого-экономических издержек требует учета пространственной иерархии следующих воздействий.

3.3.1. Воздействие на территорию, непосредственно занимаемую хозяйственным объектом (ее полное или частичное изъятие на время или навечно).

3.3.2. Влияние на территорию косвенного воздействия данного объекта. Для химических и горнодобывающих производств — на воду, воздух, почву, биоту в зоне влияния. Перенос загрязнителей в атмосфере иногда происходит на сотни километров. Те же загрязнения и изменения гидрогеологического режима охватывают гидрогеологический бассейн — десятки, а иногда и сотни километров. Например, конус депрессии подземных вод в районе Лебединского разреза Курской магнитной аномалии захватывает район с радиусом около 150 км. Закачка загрязненных вод дает ареал загрязнения в радиусе до 50 км и более. Поэтому размер водозащитных зон, установленный в настоящее время, ошибочен и нуждается в пересмотре. В практике экспертирования он должен устанавливаться по натурным характеристикам региона — гидрогеологическим и др. картам.

Для ГЭС наблюдается воздействие выше и ниже водохранилища и плотины, включая процессы эвтрофикации, кавитационного воздействия на воду, возникновение преграды, гидрологический режим долины реки ниже ГЭС, водного объекта, куда река впадает, и т. п.; для АЭС и ТЭС — тепловое и радиационное (в том числе не улавливаемыми легкими радиоактивными газами) воздействие, загрязнение атмосферы сернистыми и азотными соединениями и т. п., для всех транспортных и энергоустановок — поле шумового и электромагнитного загрязнения и т. п.

3.3.3. Воздействие на сферы Земли в целом (выбросы CO_2 , легких радиоактивных газов, воздействие на климат, озоновый экран, электромагнитные свойства Земли, биоту и т. п.).

3.4. Социальная цена — это социальные издержки в обозримом будущем. Они возникают от изменения среды жизни людей (отселения, переселения, нового образа жизни и т. п.), ведут к переменам в демографических процессах, социальным перегрузкам (результат — стрессы, антиобщественное поведение, алкоголизм, наркомания и т. п.).

Социальная неустроенность в нашей стране местами достигла парадоксальной величины исторической деструкции. Любой проект нередко получает негатив-

* Напомним, что оценка жизни человека достигает 3 млн фунтов стерлингов. Реальная экономическая отдача, а потому и «цена» человека намного ниже. Однако узкоэкономический подход тут непригоден (цены конца 1990 — начала 1991 г.).

ную оценку широкой общественности. Возникла ностальгия по отнюдь не светлому прошлому. Обоснование социальной перспективы, ее очевидность в процессе экспертизы — обязательный элемент при рассмотрении проекта.

Предлагаемые проектами социально-компенсационные меры и затраты на них (строительство жилья, иной инфраструктуры и т. п.) обычно не удовлетворяют противников проекта из-за явной ущербности. Они воспринимаются как подачка ведомства или откровенная попытка дать косвенную взятку местному населению или чаще начальству, озабоченному положением дел в регионе. Сумма получаемых благ, как правило, несопоставима с возникающими потерями. Она должна быть очевидно выше этих потерь. Искусство экспертизы заключается в расчете баланса социальных плюсов и минусов не только в рамках предлагаемого проекта, но вытекающего из реальной ситуации. Такая альтернативная проработка — задача экспертизы, если осуществление проекта допустимо по другим предпосылкам.

Социальная цена имеет две важнейшие составляющие.

3.4.1. Социальные компенсации — собственно затраты на перспективное развитие с учетом проектируемого объекта или хозяйственного начинания.

3.4.2. Психологическая (социально-психологическая) цена — компенсационная разница между сложившимся общественным стереотипом восприятия среды и мерой ее изменения. Даже объективное улучшение условий может давать отрицательный эффект. Пример — «грусть больших городов» (разд. 6.2.7). Социально-психологическое сопротивление населения — существенный фактор, иногда требующий очень значительных экономических вложений для его нейтрализации, а иногда принципиально неустранимый. Это необходимо учитывать.

3.5. Аварийная цена (цена риска) — это наценка, возникшая в результате учета степени вероятности возникновения аварии, потенциально возможной в ходе функционирования объекта без вмешательства катастрофических природных факторов (землетрясений, цунами и т. п.), т. е. цена вероятного саморазрушения, аварии. Суммы, необходимые на ликвидацию аварий, должны учитываться при экономической оценке проекта. Например, ущерб от аварии на Чернобыльской АЭС, алгебраически суммируемый с экономической эффективностью станции, едва ли даст положительное сальдо (оно не возникает даже в сравнении с общей эффективностью всех АЭС страны). Аварийная цена — расчетная величина, производная от математической вероятности аварии и ожидаемого от нее ущерба. Для АЭС эта величина поднялась за последнее время на 6 порядков, так как первичные расчеты не соответствуют практике эксплуатации атомных станций.

При определении аварийной цены следует учитывать технологическую культуру страны и ее региона. В местах с низкой технологической культурой аварийная цена резко возрастает.

Цена стрессов и недоверия к техническим объектам (например, радиофобии и химнофобии) непрерывно растет. Прирост стрессогенной заболеваемости от близости атомной станции в среднем равен 0,7 %, снижение производительности труда от техногенных стрессов, по оценкам, достигает в некоторых случаях 50 %.

4. Составляющие риска

4.1. Техничко-экономический и технологический риск.

4.1.1. Техничко-экономический риск — это вероятность смены тенденций развития или революционных изменений технологий. Например, появление нового высокоэффективного альтернативного энергоисточника (скажем, термоядерная реакция при комнатной температуре или водородная энергетика) или еще одна авария на АЭС типа Чернобыльской могут круто повернуть развитие энергетики, и цена энергии, получаемой старым традиционным способом, станет выше общественно приемлемой. Техничко-экономический риск, как и остальные составляющие риска, имеет как экономическую, так и внеэкономическую, главным образом, социальную составляющую.

4.1.2. Технологический риск — это степень надежности технологий, их безаварийность. Усталость материалов, неожиданные отклонения метеорологических факторов от расчетных — все должно быть подвергнуто тщательному анализу

экспертов. Даже расчет «дважды на дурака» не снимает человеческого фактора технологического риска. Поскольку увеличение степени технологической надежности всегда или как правило ведет к удорожанию проекта, этот блок тесно связан с экономическими параметрами.

При осуществлении природохозяйственных проектов анализ технологической надежности включает не только сам объект (скажем, плотину ГЭС), но и его инфраструктуру, а также окружение. В экстремальных обстоятельствах не должно возникать препятствий для ликвидации последствий аварий. Естественно, что технологический риск непосредственно связан с аварийной ценой (п. 3.5).

4.2. Экологический риск — это возможность появления неустрашимых экологических запретов: развитие тепличного эффекта, разрушение озонового экрана, кислотные осадки, радиоактивное загрязнение, недопустимая концентрация тяжелых металлов (например, ртути в озерах — водохранилищах ГЭС), недопустимое изменение гидрологического режима и т. п. Экологический риск должен рассматриваться на всех уровнях — от точечного до глобального.

4.2.1. Риск перманентных экологических последствий. Для ГЭС — это разрушение экосистем реки, где построена станция, и постепенное нарушение экологических связей между водами суши и океана (озера), деструкция экосистем водотоков и прибрежных океанических (озерных) вод, разрушение берегов морей из-за перехвата твердого стока реки и т. п. Для АЭС это воздействие на электромагнитные свойства атмосферы и накопление радиоактивных веществ; для ТЭС — тепличный эффект, подкисление осадков; для производства хлорфтористых соединений, высотных полетов самолетов, запуска ракет, применения азотных удобрений в сельском хозяйстве — разрушение озонового экрана планеты и т. п.

4.2.2. Риск природных катастроф: землетрясений, цунами, ураганов, селей, снежных лавин, наводнений, гололедов и т. п. Следует различать риск воздействия на сам рассматриваемый объект и его инфраструктуру (например, от плотин ГЭС до линий электропередачи), а также риск перманентный (налипание снега, ураганы и т. п.) и разовый (например, внезапное катастрофическое разрушение плотины крупной ГЭС, скажем, Иркутской в Сибири, построенной в зоне десятибалльной сейсмичности, поведет к уничтожению ряда городов вдоль Ангары — Иркутска, Ангарска и др.).

Особое место занимает риск террористических диверсий. Практически все крупнейшие города Сибири (Иркутск, Красноярск, Новосибирск и др.) находятся ниже очень крупных водохранилищ с высокими плотинами. Взрыв плотины может привести к уничтожающему наводнению.

4.2.3. Риск заболеваний человека — это один из сложнейших блоков экспертизы. Он состоит из двух основных подблоков: а) профессиональных рисков и б) связанных с повседневной жизнью в данном населенном месте и его окрестностях. При этом каждый из подблоков должен быть соотнесен с другим, так как относительно безопасное новое производство может интегрироваться в здоровье человека с опасным фоном. Этот фон может создавать территориально смежные предприятия, прежние события (например, в районе Чернобыля либо Челябинска), или коммунальное хозяйство (среда в жилом доме, транспорт и т. п.). К тому же возможно и значительное воздействие питания. Не следует исключать климатических воздействий и аллергенов окружающей природной среды (пыльца растений, тополиный пух и др.), а также психогенных стрессов. Сложение всех факторов, даже как будто внешне незначительных (типа слабых перемен во влажности воздуха) может заметно изменить риск заболеваний человека.

Поскольку нижние пороги воздействия многих факторов неизвестны, а другие равны практически недостижимому нулю, расчет должен быть вероятностным и многовариантным (от — до). При этом его следует относить и к географическому месту проведения хозяйственного мероприятия, осуществления проекта или внедрения новой технологии. Особенно актуально это в условиях маргинальных зон: Крайнего Севера, пустыни и т. п.

Так как риск техногенных заболеваний всегда присутствует, а снять его иацело практически невозможно, то следует указать его размерность и сравнить с альтернативными проектными решениями. Как правило, это не делается либо выполняется на крайне низком уровне.

Допустимым риском заболеваемости, видимо, следует считать такой, который не приводит к снижению длительности средней вероятной продолжительности жизни человека, т. е. компенсируется экономически приемлемыми усилиями здравоохранения и рекреацией. Если речь идет об экспертизе продукции, то необходимо оценить вероятное воздействие ее на здоровье людей по следующим трем показателям.

4.2.3.1. По воздействию продукта во время его производства: профессиональный риск и риск для окружающего производство населения (иногда он увеличивается даже от пыли, приносимой работником домой с производства на одежде).

4.2.3.2. По воздействию продукта при его промежуточном использовании как полуфабриката или в цепи производств.

4.2.3.3. По воздействию окончательного продукта.

Наиболее яркий пример риска заболеваемости человека дает производство белково-витаминных концентратов (БВК), основанное на выращивании условно непатогенных микроорганизмов (кроме того, белок — сильный аллерген). Производство опасно профессиональной вредностью, а при недостаточной очистке выбросов (и тем более при неорганизованных выбросах) — риском для окружающего населения, особенно ослабленного, в том числе воздействием сопутствующих производств, прежде всего нефтехимии (один из основных процессов БВК основан на парафинах нефти). При неумелом применении БВК опасен для работников животноводства, а при передозировке — и для самих животных. Проникая по пищевой цепи в продукты питания, комплекс веществ становится опасным для потребителей мяса животных, выращиваемых с применением БВК.

Подобная же цепь возникает при применении в животноводстве антибиотиков, гормональных препаратов и других стимуляторов роста и развития. Аналогичный пример дает и пестицид ДДТ, от которого, как уверяют химики и некоторые токсикологи, не умер при остром отравлении ни один человек. Однако болели многие (часто от побочных воздействий), косвенных жертв возникло немало, гибли птицы и рыбы, разрушались экосистемы и возникла опасность полной деструкции живой природы.

Следует отметить, что ДДТ и БВК давали положительный эффект: ДДТ спас немало людей от малярии, сонной болезни, а леса и урожай — от массовых вредителей. Применение БВК увеличивало выход мяса свинины и птицы. Однако возрастание экологического ущерба и экологического риска, в том числе заболевания людей (есть сомнения, не было ли число дополнительно погибших от пестицида больше числа спасенных от его применения), сделали и ДДТ и БВК нежелательными продуктами. Их удел — запрещение, сколь бы привлекательными они ни были для технологов.

4.3. Социальный риск — это возможность или невозможность социальной адаптации: например, нет желания жить вблизи АЭС (радиофобия) или вблизи опасного химического производства, скажем, Одесского припортового завода. Социальный риск тесно связан с чисто технологическим риском (п. 4.1.2). Не надежные технологии могут быть начисто отвергнуты населением — такова судьба АЭС в Австрии, Швеции и др. странах.

Если теоретические расчеты дают очень низкие значения социального риска, а фактически он оказывается значительно большим, то социально-психологический риск возрастает многократно — несопоставимо выше его реального значения. Это значение необходимо определить и скомпенсировать. Компенсация обычно производится с помощью целесообразного развития инфраструктуры, особенно рекреационной, и денежно-материальных вознаграждений населению — своеобразной «платы за страх».

4.4. Социальная совместимость (эстетическая, культурная, религиозная и т. д.) — это степень воздействия через социально-психологические механизмы соответствия этническому стереотипу, национальным ценностным установкам. Например, Тюменский нефтегазовый комплекс или Туруханская ГЭС культурно чужды корейскому населению, занимающемуся оленеводством, охотой и рыболовством, свиноводческий комплекс был абсолютно неприемлем в исламской Чечне, а промышленность в Средней Азии чужда в основном земледельческому населению региона.

Проблемы социальной совместимости решаются с помощью привлечения кадров извне региона (что в конечном итоге нередко дает вспышку национализма), материальных компенсаций, обучения местного населения требуемым профессиям. Однако всегда чуждость проекта культуре местного населения — серьезный мотив против его осуществления в данном месте.

4.5. Экологическая совместимость — это воздействие на природные объекты и системы, не адаптируемые к проекту (например, световое загрязнение нарушает суточные ритмы животных, постепенное накопление радиоактивных веществ разрушает генофонд и т. п.). Экосовместимость непосредственно связана с экологической ценой (п. 3.3).

Обе формы совместимости — социальную и экологическую — можно выразить в экономических показателях. В первом случае это затраты на обучение и социальную переориентировку местного населения, расходы на контингент пришлого населения (с учетом того, что различия в оплате и особенно в надбавках вызывают серьезные социальные конфликты), ликвидацию напряжений, связанных с расселением этого пришлого населения и т. д. и т. п. Во втором случае доступно рассчитать прямые и косвенные перманентные ущербы, которые, как правило, постепенно возрастают с ходом времени и вовлечением в процесс все новых популяций людей. Рост наследственных заболеваний может вызвать необходимость усиленного медицинского обслуживания. Общая сумма расходов вкуче с надбавками «за вредность» может оказаться очень значительной и сделать объект экономически нерентабельным. Еще выше опасность его моральной (социально-психологической) и социальной нерентабельности — ущербности в общественных структурах.

5. Политэкономическая и политэкологическая (или экоэкономическая) эффективность

5.1. Природно-ресурсная эффективность — это соответствие получаемого эффекта ресурсным затратам. Она корреспондирует с экологической ценой (п. 3.3), но не всегда может быть выражена, как и остальные члены блока 5, в экономических показателях. Сверхнормативные природно-ресурсные затраты или их расходы сверх среднего мирового уровня либо недопустимы, либо крайне нежелательны.

Ресурсные затраты всегда состоят из двух категорий: а) непосредственно вовлекаемых в реализацию проекта или хозяйственного начинания и б) косвенно используемых в процессе строительства и функционирования объекта. Первую категорию затрат проектанты, как правило, осознают легко, вторую — с трудом или вообще игнорируют.

5.1.1. Результаты использования природно-ресурсного потенциала для экосистем региона воздействия проектируемого объекта. Как правило, одни виды живого и экологические компоненты страдают, другие, наоборот, получают преимущества для развития. Для хозяйства важно, чтобы развивающиеся элементы были полезны, а затраты на нейтрализацию вредных не превосходили общественно оправданного лимита. Изменение природно-ресурсного потенциала не должно снижать возможностей дальнейшего его использования в обозримом будущем, в том числе в альтернативных направлениях. Например, добыча полезных ископаемых разрушает экосистемы, понижает уровень подземных вод, создает «лунные» ландшафты; ГЭС, разрушая водные системы, ведут к потере рыбных ресурсов, ухудшению качества вод и т. п., возникают заморы, «цветение» вод и т. д., нарушение твердого стока ведет к дисбалансу берегов моря, их разрушению, потере земель, угрозе строительным объектам, необходимости строительства берегоукрепительных сооружений. Вся эта эколого-экономическая цепь, как правило, не подвергается обсчету, что неверно.

Социально-экономически необходимо сравнение расхода природно-ресурсного потенциала с усилиями по его восстановлению. Даже самоочищающая способность среды ныне практически равна нулю. Все процессы в природе оказываются на экономическом счету — без «помощи» человека природа будет разрушаться, поскольку нагрузка на нее превысила допустимый уровень. В связи

с этим каждый новый экономический объект может оказаться той добавкой, которая приведет к ресурсному краху — экологической катастрофе. Привязка проекта к местности должна быть соотнесена с усилиями (и расходами) по воспроизводству среды — восстановлению и поддержанию природно-ресурсного потенциала конкретной территории, окружающего региона, биосферы в целом.

Восстановление и поддержание природно-ресурсного потенциала обычно производят методом создания геоэквивалентов. Простейшие их примеры — рыборазводные станции, создание зеленых насаждений, образование заповедников и т. п. Проектанты склонны к чисто механическому асистемному подходу, полагая, что сам факт проведения мероприятия гарантирует его успех. На самом деле природные цепные реакции ведут к общему изменению природно-ресурсного потенциала территории и (или) акватории и требуют значительно больших капиталовложений для нейтрализации негативных последствий. Иногда материальные вложения для создания геоэквивалентов столь велики, что делают экономически бессмысленным предлагаемое начинание. Приоритет может получить альтернативный проект, кажущийся с первого взгляда менее привлекательным и выгодным.

Воспроизводство природно-ресурсного потенциала, если он уже нарушен, требует широких мелиоративных мероприятий, включающих как создание геоэквивалентов, так и, как правило, снижения давления хозяйства на природную среду. Требуется изменение во всем интегральном ресурсе (разд. 3.14) и формах его использования. Например, переориентация сельского хозяйства с монокультуры на поликультуру, необходимая в Приаралье. Воспроизводство природно-ресурсного потенциала требует очень значительных расходов. Если осуществляемый проект безальтернативно требует таких мероприятий, он, как правило, не может быть экономически рентабельным.

Воспроизводство природно-ресурсного потенциала неизбежно в зонах напряженной экологической ситуации, экологического бедствия и экологической катастрофы (см. Добавление 2).

5.1.2. Результаты использования природно-ресурсного потенциала для человека, его здоровья, изменение среды жизни могут быть как полезны, так и вредны для людей. Например, плотины ГЭС регулируют сток, снижают вероятность наводнений, но в то же время увеличивают влажность, меняют климатические параметры на расстоянии до нескольких километров от уреза берега, приводят к подтоплениям местности и т. п., что может быть как благоприятным (в аридной зоне), так и неблагоприятным фактором (например, токсичные туманы в Красноярске).

5.1.3. Изменение свойств среды жизни и природно-ресурсного потенциала воздействует на будущее развитие социально-экономического механизма. Больные люди в экологически неблагоприятной обстановке, работающие в условиях деградации природного фундамента общественного развития, составляют неблагоприятную петлю обратной связи, ведущую к сворачиванию процессов этого развития. Каждый новый хозяйственный объект может оказаться либо бесполезным, либо даже вредным и не улучшит, а ухудшит реальную обстановку. Улучшение может возникнуть лишь на базе реанимации всего комплекса интегрального ресурса — природно-ресурсного потенциала (включая среду жизни человека), комплекса трудовых ресурсов (с улучшением социальной среды жизни) и обновления материальных ресурсов — основного капитала. Если планируемый объект положительно не воздействует на интегральный ресурс — осуществление плана нежелательно.

Стратегически да и тактически улучшение ситуации начинается с трудовых ресурсов. Их качество связано с благоприятностью среды жизни. Оценка проекта, таким образом, зависит от того, насколько он может стабилизировать среду жизни региона и насколько прибавит благ для людей — начиная от обычных потребительских благ и кончая избавлением от стрессов.

5.1.4. Политэкологический (экономический) эффект — это соотношение предполагаемого объекта с мировым уровнем воздействия на среду жизни человека аналогичных объектов и с уровнем общего воздействия хозяйственного комплекса на среду жизни людей и ее отдельные компоненты. Трансграничный перенос загрязнений, например, стал вопросом государственной политики, общее

воздействие на биосферу — вопросом международных отношений. Экспертиза должна строиться на основе прогноза регионального и глобального изменения состояния природных ресурсов и среды жизни.

5.2. Энергетическая эффективность — это отношение затрачиваемой и получаемой энергии в полном цикле производства от строительства до демонтажа (для энергетических объектов и сельскохозяйственного производства). Проблема энергии (коэффициент полезного действия от вкладываемой энергии) актуальна для большинства отраслей хозяйства, но редко ставится в процессе экспертизы проектов. Преимущество должно быть за наименее энергоемкими и наиболее энергетически эффективными альтернативами.

5.3. Территориальная эффективность — это размер изъятой площади суши и акватории для получения единицы продукта (во всем производственном цикле). Она коррелирует с экологической ценой, ресурсной и экологической эффективностью. Натурный пример: для пылеугольной ТЭС мощностью в 1000 мВт требуется примерно 5 тыс. га угольных разрезов, 1,2 тыс. га для зданий и дорог, 200 га для золоотвалов и ЛЭП. Следовательно, на 1000 мВт расходуется 64 км² территории. Это число кажется огромным. Для сравнения: территориальная эффективность Братской ГЭС около 1 тыс. км² на 1000 мВт, тот же показатель для Кременчугской, Горьковской и Камской ГЭС — 3,3 тыс. км², для Каховской — 10, а для Цимлянской почти 100 тыс. км². Суммарная площадь, занимаемая урановыми рудниками, предприятиями по обогащению урана, самими АЭС и их прудами, предприятиями по переработке атомного топлива и местами захоронения радиоактивных отходов вместе с зонами отчуждения и безопасности пока точно не известна.

5.4. Общересурсная эффективность — это объем используемых природных ресурсов с учетом взаимосвязи экологических компонентов, т. е., например, водоемкость с учетом воздействия этой степени водоемкости на подтопление территории, воздействие ее на растительность, животный мир, через среду обитания на человека и т. д. Общересурсная эффективность тесно связана с экологической ценой и экосовместимостью (пп. 3.3, 4.5 и 5.1.1).

Особо можно выделить интегрально-ресурсную эффективность — воздействие проекта или хозяйственного начинания на интегральный ресурс территории. При этом, очевидно, следует исходить из изложенного в п. 1.2. Соотношение материальных, трудовых и природных ресурсов, составляющих интегральный ресурс, должно быть оптимальным с точки зрения человека, а не внешних политических или экономических установок. Суммарным показателем выступает тут максимальная продолжительность жизни людей при минимуме их заболеваемости на фоне сохранения здоровой среды жизни для будущих поколений. Если предполагаемое начинание не ведет к улучшению этого показателя, оно нежелательно. Думать, что можно достигнуть общего благополучия за счет ухудшения качества жизни в отдельных местах, наивно. В любом случае потребуются компенсации, которая ляжет бременем на все общество. Другое заблуждение — эйфория от перспективы осуществления частного проекта. Его следует проецировать на весь регион — все его экономические и социально-экономические системы в целом.

5.5. Социально-экологическая эффективность — это степень «экологической экономики». Антропосистема, как и любая иная система, развивается за счет окружающей ее среды и ограничена скоростью «проедания» этой среды. Этот показатель тесно связан с природно-ресурсной эффективностью и общересурсной, особенно интегрально-ресурсной эффективностью (пп. 5.1 и 5.4), но рассматривается исторически, а не в коротком интервале времени. Антропогенные воздействия могут постепенно улучшать качество жизни людей, но могут и, подрывая социальные и экологические (а поэтому и экономические) основы их существования, ухудшать этот показатель, неуклонно превращать местность в пустыню или в антропогенный пустырь. Таковы города типа Аральска или Муйнака, от которых «ушло» Аральское море, и зона добычи полезного ископаемого после его исчерпания, и засоленные или подтопленные земли, и многие другие объекты и регионы (п. 5.1.3).

Приоритеты и вето на проект

Все перечисленные выше показатели, кроме блока 2 и отчасти 3, выражаются через относительные величины — денежные и натуральные. Сравнение вариантов дает коэффициент предпочтительности. Выявление непреодолимых запретов и возникновение ситуаций грозной неопределенности (например, при угрозах, которые аргументированно невозможно ни доказать, ни отвергнуть) накладывают вето на осуществление проекта, и дальнейшая экспертная проработка таких проектов не должна проводиться.

Вероятность осуществления реальной угрозы природного события, играющего роль абсолютного запрета, обычно рассматривается с однопроцентного уровня (1 шанс из 100). Если же, как в случае водохранилищ на р. Катунь, вероятность заражения ртутью не менее 50 %, то такие проекты вообще не должны приниматься к рассмотрению.

Если речь идет о риске для жизни людей, то принимается значение максимального риска вероятности смертельного исхода 10^{-6} (1 случай на 1 млн чел.) в год. Полагают, что добиваться снижения риска ниже 10^{-8} экономически нецелесообразно. Эти показатели характеризуют острый эффект, а не хронические опасности. Последние могут резко повышать угрозу неблагоприятных воздействий. Пока не существует научной ясности и четкой договоренности о пороговом или беспороговом воздействии радиации, не совсем ясны генетические эффекты многих химических веществ, роль стрессов и т. п. Отсутствие объективных показателей увеличивает значение роли социального риска и социально-психологической совместимости. При полной социальной несовместимости, выясняемой путем референдума (подобно атомной станции в Австрии), проект должен быть отклонен вне зависимости от любых иных соображений.

Преимущества всегда за проектом, имеющим наилучшие характеристики в прогнозо-плановый срок и наносящим минимальный урон за пределами текущего прогнозо-планового срока. Проект может и должен быть отклонен по любому из показателей, не удовлетворяющему правилу минимума Л. Долло (разд. 3.2.2), но по отношению к общественной системе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

До сих пор в нашей стране не было проведено ни одной полной научной экспертизы проекта. Существующие экспертизы не выходят за рамки экспертных оценок. *Экспертиза* — независимое исследование проектно-планового характера с оценкой вероятных результатов осуществления проекта и его альтернатив на базе модельных натуральных проработок. *Экспертная оценка* — суждение специалиста о предлагаемом проекте, основанное на прежнем его опыте без глубокой проработки вопроса, основанной на модельно-натурном исследовании. На экспертизу, по опыту развитых стран мира, выделяется до 5 % от общих капитальных вложений, предполагаемых на осуществление проекта. Ее проводит небольшая группа независимых высококвалифицированных специалистов обычно за 0,5—2 года, используя математические и натурные модели, специальные полигоны и т. п. Им помогают консультанты. Эксперты несут полную юридическую ответственность за представленные выводы. Бывают случаи подкупа экспертов и экспертных фирм, что преследуется по закону и относится к категории экологических преступлений. Экспертиза является судебным юридическим документом. На ее основе принимается решение о реализации проекта.

В нашей стране эксперт юридически не отвечает за свои выводы и фактически не может нести ответственности, так как экспертная оценка относится к суждению, а не к исследованию. Оплата экспертов столь низка, а возможности для специального исследования столь ничтожны, что существующие экспертные оценки нельзя признать серьезными государственными акциями.

Изложенные методологические подходы, как кажется, с достаточной ясностью показывают, что научная экспертиза проектов и хозяйственных начинаний — особая форма деятельности, требующая самостоятельного юридического статуса и профессиональных навыков, а, следовательно, обучения и коллективов. Их полная хозяйственная самостоятельность, как и юридическая независимость, обязательны. Задача экспертизы — дать заключение о необходимости, пригодности, полезности и безопасности проекта, и если он в принципе одобрен, объективно оценить затраты, ущербы и прибыль от его реализации, дать рекомендации по его совершенствованию. При отрицательном заключении эксперты должны рекомендовать альтернативные варианты.

В отличие от экспертных оценок, при экспертизе ссылка делается не на мнение того или другого коллектива или лица, а на объективные результаты исследования. В связи с этим повторная экспертиза должна проводиться лишь в тех случаях, когда судебным доказана ошибка в работе экспертной группы. Если такой ошибки нет, то органы, принимающие решения, либо безоговорочно соглашаются с выводами экспертизы, либо берут на себя всю полноту финансовой, моральной и юридической (вплоть до уголовной) ответственности за решение, идущее вразрез с выводами экспертизы.

В «Методологии» не рассмотрены чисто технические моменты, подобные соответствию продукта его назначению, дизайн, удобство пользования, наличие запаса ресурсов для производства и т. п. Стоит обратить внимание на необходимость соответствия производимого продукта (а не только производства) потребностям населения, его традициям, культуре, степени обеспеченности и т. д. Столь же важен учет природных ограничений в использовании продукта. Например, пухо-меховая одежда абсолютно необходима на Крайнем Севере и не может быть нацело заменена ни хлопковой, ни синтетической. Вообще сфера потребительских ограничений всегда должна быть учтена в производстве, что, увы, не всегда делается. Например, была попытка начать производство сверхогромных ледоколов с осадкой и габаритами, делающими их практически неприменимыми в мелководных бассейнах прибрежных морей Северного Ледовитого океана. Для успешности экспертизы в состав экспертного коллектива должны входить широко образованные и мыслящие, высококультурные специалисты.

Дополнение 1

ТИПОВОЙ АЛГОРИТМ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНОЙ (ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ) ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТОВ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАЧИНАНИЙ

1. Организация и работа экспертных групп.

1.1. Заказчик определяет объект экспертизы, размер выделенных на экспертизу сумм и составляет генеральное техническое задание (хотя бы в общих чертах). После этого он обращается к исполнителю, выделяющему для заключения соглашения (договора) менеджера или организационную группу 2 (рисунок).

1.2. Менеджер или организационная группа.

1.2.1. Определяет достаточность выделенных сумм для выполнения технического задания и форму экспертной работы (экспертная оценка или комплексная натурная экспертиза различной глубины проработки), исходя из технического задания и срока его выполнения (с учетом размера выделяемых сумм).

1.2.2. Производит предварительное распределение средств и составляет общую смету расходов по всем уровням и блокам экспертных групп и работ.

1.2.3. Привлекает или формирует методологическую группу 3 или научного руководителя (консультанта), определяющих состав экспертизы, общую ее идеологию и круг методических подходов.

1.2.4. Совместно с методологической группой формирует комплексную экспертную группу 4 из высококвалифицированных специалистов широкого профиля, имеющих опыт или специально обученных для проведения экспертиз; по требованию заказчика или по согласованию с ним могут быть привлечены иностранные специалисты (п. 2.2).

Примечание. Может быть организованно целенаправленное обучение

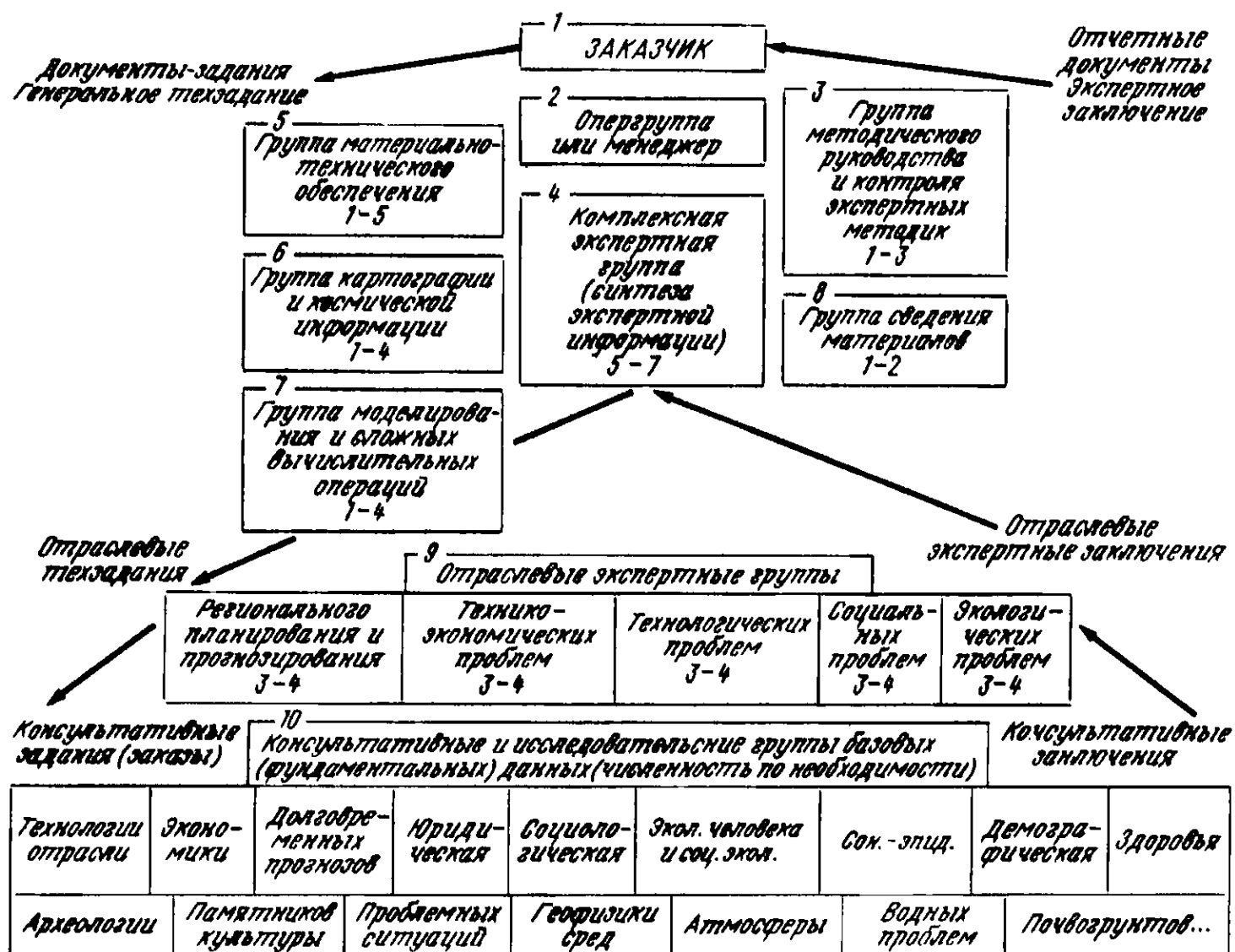


Схема типовой организации экспертизы проекта и хозяйственного начинания (цифры у рамок — номера групп, в рамках — примерная численность в группах)

(самообучение в группе) экспертов, что отражается в договоре между заказчиком и исполнителем с выделением специальных средств.

1.2.5. Совместно с методологической и комплексной экспертной группами формирует отраслевые экспертные группы и согласовывает объем, сроки и форму их работы.

1.2.6. Определяет источники получения материалов для экспертизы и способы их размножения (к заказчику может быть предъявлено требование представления нужного числа копий проектной документации).

Примечание. Заказчик может выступать в качестве источника экспертной информации, не оплачиваемой или частично оплачиваемой исполнителем, поскольку его материалы нуждаются в экспертной оценке и проверке.

1.2.7. Совместно с комплексной экспертной группой (в случае необходимости) формирует группы технического обеспечения: материально-технического — 5, картографии и космической информации — 6, моделирования и сложных вычислительных операций — 7 и другие, могущие понадобиться в ходе работы.

1.3. Группа методологического руководства и контроля экспертных методик, помимо 1.2.4, выполняет следующие работы.

1.3.1. Осуществляет научное руководство всем ходом экспертизы.

1.3.2. Обсуждает и согласовывает с комплексной экспертной группой ход работ, их методологию и основные методики, заказывает новые методические разработки (п. 3).

1.3.3. Контролирует объем и корректность проводимых работ на всех уровнях и во всех блоках экспертизы.

1.3.4. Совместно с менеджером составляет сетевой график работ.

Примечание. Длительность экспертных проработок и объем материалов для них (литературных, статистических, аналитических, полевых исследований) в различных областях знания не одинаковы, взаимосвязь групп имеет смысловое иерархическое построение, поэтому сетевой график работ — один из важнейших элементов организации экспертизы.

1.3.5. Совместно с группой по сведению материалов 8 редактирует экспертное заключение и утверждает его, беря на себя юридическую и моральную ответственность перед заказчиком и руководящими органами страны.

1.4. Комплексная экспертная группа выполняет следующее.

1.4.1. Избирает своего председателя и его заместителя из числа наиболее опытных специалистов-экспертов и выделяет группу сведения материалов.

1.4.2. Составляет отраслевые технические задания для отраслевых экспертных групп 9 и согласовывает их с этими группами.

1.4.3. При экспертной оценке проекта проводит эту оценку своими силами.

Примечание. Организационная группа или менеджер при экспертных оценках, как правило, входит в состав комплексной экспертной группы. Группа сведения материалов выделяется из состава комплексной экспертной группы. Методологическая группа может проводить любые исследования, но не входит в состав комплексной экспертной группы.

1.4.4. Совместно с менеджером 2 производит окончательное распределение средств (кроме резерва) между отраслевыми экспертными группами.

1.4.5. Совместно с отраслевыми экспертами группами 9 заказывает и определяет сроки выполнения отраслевых экспертиз и консультационных работ для них.

1.4.6. Выполняет выездные и полевые работы (при наличии отраслевых экспертных групп вместе с ними или отдельно).

1.4.7. Обсуждает и принимает отраслевые экспертные заключения.

1.4.8. Совместно с методологической группой 3 рассматривает вопрос о наличии вето на осуществление проекта (неустранимой угрозы от его осуществления или наличия явной неопределенности в этом вопросе), возникшем в ходе экспертизы, обосновывает это вето и определяет по согласованию с заказчиком ход сворачивания экспертных работ (поскольку отрицательный вывод экспертизы предопределен).

1.4.9. Выдвигает проектные альтернативы, обосновывает их.

Примечание. В случае явного преимущества возникшей альтернативы заказчику может быть предложена разработка такой альтернативы.

1.4.10. Составляет экспертное заключение, согласовывает его с методологической группой 3.

1.4.11. Совместно с группами 2 и 3, а при необходимости со всеми остальными участниками экспертизы, выдает экспертное заключение заказчику и обсуждает его с ним.

Примечание. Экспертный документ является окончательным после его утверждения методологической группой и не может быть исправлен по требованию заказчика. При согласии исполнителя в случае обнаружения ошибок экспертизы могут быть проведены дополнительные работы, оформляемые особым протоколом.

1.5. Отраслевые экспертные группы выполняют следующие работы.

1.5.1. Проводят экспертные оценки проекта в соответствии со своей компетенцией.

1.5.2. Выполняют выездные и полевые работы.

Примечание. Эти работы можно проводить совместно с другими экспертными группами, в том числе с консультационными.

1.5.3. Составляют отраслевые экспертные заключения, обсуждают их с комплексной экспертной группой 4.

1.5.4. В случае нужды совместно с группой 4 и методологической группой 3 или самостоятельно составляют консультативные задания (заказы), определяя объемы исследований и расходы на них (в рамках своих смет) и сроки выполнения работ.

Примечание. При составлении сметы расходов (п. 1.2.2) и ее коррекции (1.4.4) менеджер должен оставить резервную сумму для выполнения непредвиденных работ. Если она не понадобится для исследований, то может быть использована для выяснения каких-то существенных деталей экспертизы или как премиальный фонд.

1.5.5. Рассматривают консультативные заключения, определяют их полноту и необходимость новых консультаций.

2. Дополнительные экспертные работы.

2.1. При отсутствии необходимых исходных материалов и сведений могут быть сформированы консультативные и исследовательские группы — 10 или привлечены (что обычно хуже) научно-исследовательские институты и их подразделения. На рисунке показан примерный перечень вопросов (по смыслу).

Примечание. Из опыта экспертиз и ОВОС (их раньше неверно называли «обоснованиями проекта») известно, что иногда вместо целевых исследований консультативные группы ведут работы согласно своим цеховым интересам. Иногда это допустимо и оправдано отсутствием базовых данных. Контроль за объемом таких работ должна проводить группа методологического руководства (п. 1.3.3).

2.2. В случае необходимости к экспертизе могут быть привлечены иностранные специалисты (по особому договору) и фирмы (с валютными выплатами и без них). Техническое задание для них — дополнительная работа, а сотрудничество с ними экспертных групп требует составления отдельной сметы расходов и специальной группы обслуживания, не показанной на рисунке. Могут быть созданы смешанные иностранно-советские экспертные группы с частичной оплатой советским специалистам конвертируемой валютой.

3. Особые условия.

3.1. Составление методик экспертных работ при их отсутствии — особый вид деятельности, оплачиваемой по отдельной смете (в рамках общей сметы расходов). Дополнительные расходы несет заказчик.

3.2. В договоре с заказчиком должен быть оговорен его отказ от права контролировать смету расходов экспертных групп (иначе это ведет к злоупотреблениям со стороны заказчика). Ответственность за расходование материальных средств несет менеджер (орггруппа) совместно с комплексной экспертной группой (пп. 1.2.2 и 1.4.4). Спорные вопросы внутри экспертного коллектива решает методологическая группа 3, а между заказчиком и исполнителем — арбитражный суд.

Дополнение 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ АНТРОПОГЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ

*Зона напряженной экологической ситуации**, *экологически проблемная зона* и другие синонимы означают ареал, в пределах которого скорость антропогенных нарушений превышает темпы самовосстановления природы и существует угроза коренного, но еще обратимого изменения природных систем, где отдельные показатели здоровья населения (заболеваемость детей, взрослых, число психических отклонений и т. п.) достоверно выше нормы, ранее существовавшей в данном месте и/или существующей в аналогичных местах страны и мира, не подвергающихся выраженному антропогенному воздействию сходного типа, но это не приводит к заметным и статистически достоверным изменениям продолжительности жизни населения и более ранней инвалидности людей профессионально не связанных с источником воздействия (снижается более полным удовлетворением потребностей человека, см. главу 7, и улучшенном медицинском обслуживании). Целесообразна экономическая компенсация жителям зоны.

Примечание 1. Необходимо учитывать различные группы населения — коренное, мигрантов и т. п., а также географическое место возникновения ситуации.

Примечание 2. Во всех случаях показатели здоровья населения могут быть как натурными, так и расчетными. При этом последним следует отдавать предпочтение: нельзя из людей делать подопытных кроликов. К тому же расчетные (модельные) показатели позволяют заранее принять меры к тому, чтобы здоровье людей не ухудшалось до недопустимого уровня.

Примечание 3. Вероятность антропогенных и природных катастроф в зоне напряженной экологической ситуации ниже одного события на 100 лет, а риск для людей — потенциальная гибель 1 человека — не более 1 случая на 1 млн населения в год.

Примечание 4. Возможно возникновение экологически конфликтной ситуации — формирования субъективно, психологически неприемлемой среды жизни при объективной ее неопасности для здоровья населения. Экологически конфликтная ситуация, вызывая постоянный дистресс, как правило, перерастает в объективно напряженную экологическую ситуацию.

Зона экологического бедствия — ареал, в пределах которого происходит все более труднообратимая замена продуктивных экосистем менее продуктивными (нарастает опустынивание); в результате антропогенного или (реже) природного воздействия невозможно социально-экономически оправданное хозяйство (традиционное или научно обоснованное); показатели здоровья населения (преднатальная, детская смертность, заболеваемость детей и взрослых, психические отклонения и т. п.), частота и скорость наступления инвалидности достоверно выше, а продолжительность жизни людей заметно и статистически достоверно ниже, чем на аналогичных территориях, не подвергающихся подобным воздействиям, или бывшим в том же ареале до констатации рассматриваемых воздействий. Сопряженные изменения в показателях здоровья и смертности населения выше, чем естественно наблюдаемые колебания в пределах существующей в данном или аналогичном регионе нормы (сейчас или в прошлом). Экономическая компенсация жителям не исправляет положения — необходимы вложения в его улучшение.

Примечание. Вероятность антропогенных и природных катастроф в зоне — одно событие на 50—100 лет, а риск для людей — потенциальная гибель 1 человека — не более 1 случая на 100 тыс. населения в год.

Зона экологической катастрофы — ареал, в пределах которого происходит необратимый или весьма трудно обратимый переход к полной потере биологической продуктивности (сильное и быстрое опустынивание), либо возникла физико-химическая и/или биологическая аномалия, представляющая опасность для жизни, здоровья, репродуктивной способности человека, способствующая возникновению тератогенных, канцерогенных и/или мутагенных эффектов в течение

* Приводимые определения рекомендательны и не имеют нормативного характера.

индивидуальной жизни человека или в ряду поколений людей. Получаемая полезная продукция также опасна для здоровья персонально или в цепи поколений. Это делает территорию непригодной для жизни и хозяйства человека, а акваторию экономической пустыней (лишает ее хозяйственной ценности); люди могут находиться в зоне экологической катастрофы лишь временно, коренное население подлежит отселению. Можно надеяться лишь на самовосстановление экологической ситуации. Компенсации подлежат потеря «малой родины», стрессы перемены места жительства, необходимо значительное улучшение качества жизни на новом месте проживания.

Примечание 1. Риск для людей превышает один дополнительный летальный исход на 100 тыс. населения в год.

Примечание 2. *Природная катастрофа* — ареал, в пределах которого наблюдались экстраординарные или сверхнормативные экономические ущербы или страдали люди (квк правило с летальными исходами) от мощных кратковременных или нараставших геофизических, физико-химических, биологических и/или экологических (экосистемных) естественных или природно-антропогенных (изначальная причина которых человеческая деятельность, но характер процесса — природный) аномалий.

Примечание 3. От катастроф следует отличать аварии — точечные или узко-локальные события.

Бедствие стихийное — любое, как правило, непредотвратимое грозно разрушительное природное явление (землетрясение, наводнение, цунами, ураган и т. п.), причиняющее экономический ущерб и несущее угрозу здоровью и жизни людей. При перманентном повторении целесообразно отселение людей из угрожаемой зоны, при относительной редкости (1 раз за многие десятилетия) — специальных технических и организационных мер по ослаблению или предотвращению отрицательного эффекта (строительство дамб, защитных плотин, организация гражданской обороны и т. п.).

Примечание. Следует отличать стихийное и *антропогенное бедствие*: например, Челябинский или Чернобыльский взрывы реакторов — от взрыва вулкана Кракатау. Антропогенное бедствие принципиально относительно легко предотвратить и оно имеет конкретных виновников, которых нет в случае стихийного бедствия. Хотя такие виновники могут быть при обстоятельствах, отяжеляющих стихийное бедствие. Например, в связи со Спитакским землетрясением в Армении это лица, проектировавшие и строившие недостаточно антисейсмичные здания, дававшие указания строить такие здания, запрещавшие давать верные прогнозы сейсмичности региона (особенно тяжелая ответственность лежит именно на них) и воровавшие цемент из скрепляющего эти здания бетона. В данном и сходных случаях юридическая ответственность распространяется как на руководителей, так и на исполнителей, поскольку они не могли не знать пагубных последствий своей деятельности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МАНИФЕСТ

Природа. Тысячелетиями мы боролись с нею, покоряли ее, преобразовывали, нещадно уничтожали. Мы пели гимны тем, кто лишил нас естества Матери-Натуры, родившей человечество, той Матери, что до сих пор терпеливо кормит неразумного сына, дает жизнь новым поколениям людей.

Тысячелетиями мы лицемерно вzywали: «Люби ближнего!», демагогически рассуждали о благе для всех. И столько же лет уничтожали себе подобных, среду жизни человечества — саму основу его существования. Нас не смущал даже путь к самоубийству в результате глобальной войны или экологического апокалипсиса. Мы не видели, не хотели видеть, что, куя оружие, не только вырываем кусок изо рта голодного младенца, женщины, старика, но сокращаем, а быть может, и лишаем человечество будущего.

В упоении борьбы с природой и инакомыслящими мы проглядели две великие истины. Первая та, что человечество существует и развивается за счет природы. Глупо рубить сук, на котором сидишь. Вторая в том, что вовсе не противоборство, в взаимопомощь — основа всего сущего на Земле. Она первична, борьба вторична. Не злые ведьмы, а добрые феи продолжают жизнь.

Пока люди дрались за кусок хлеба, их можно было еще простить. Когда они пытаются утопить корабль, в котором все вместе плывут по океану небытия, — прощения им нет. Ведь до обетованного берега не доберется никто. И не поможет нам ни царь и ни герой. Лишь общими усилиями возможно прийти к благополучию.

Мы создавали себе богов и идолов, уходили от языческого почитания сил Земли. В конце этого пути мы преклонили колена перед истуканом техники, не заметив, что уже не прежняя, а измененная нами природа довлеет над нами. Брошенный нами бумеранг возвращается. Мы сами занесли меч над собственной головой.

Миллион транзисторов не заменит куска хлеба голодному, миллиард телевизоров не спасет от жажды, триллион автомашин не даст глотка воздуха задыхающемуся. Умереть под горой технических побрякушек — удел лишь жадных глупцов.

Выбрасывать 98 процентов используемого природного вещества и потреблять из него не более двух — не лучшая стратегия развития.

Если химия умеет все, то прежде всего убивать. Пестициды уничтожают не только «вредителей». Они угрожают всему живому на Земле и прежде всего человеку. Химизация сельского хозяйства ведет в тупик безысходности. Тут война с природой проиграна. Нужны новые пути к изобилию.

Все химические загрязнения среды жизни ведут в никуда человеческих болезней и разрушения природы. Они недопустимы. С химией нужна осторожность, осторожность и еще раз осторожность. Неестественное неразумно — такова мудрость веков.

Физика Земли должна быть неизменной. Атом войны — это вечная зима смерти, испепеляющий планету ураган. Мирный атом ни к чему каждому дому. Пусть он остается в стенах ядерных реакторов.

Шум — враг иомер один. Он — физический наркотик, калечит тело и душу. Тишина нужна миру.

Радиоволны несут одну информацию и разрушают другую — генетическую. Они способны уничтожить банк данных жизни. Им место лишь в закрытых каналах связи.

Мировая свалка и сточная яма — Океан — уже задыхается от грязи, теряет способность к самоочищению. В наших интересах сохранить его чистоту.

Артерин планеты — реки — не должны вспухать склеротическими тромбами. Вода — кровь Земли — должна течь в них хрустальными струями, а не гнить в грязных клоаках.

Венозная кровь бежит к сердцу, артериальная от него. Желаящий обращать потоки вспять, пробуй это сначала на себе!

Почва — кожа Земли. Эрозия ее разрушает, химия травит, свалки душат. Без почвы нет и не будет процветания.

Без «братьев наших меньших» мы не можем существовать. В унылом мире одних клопов и тараканов человек обречен на гибель. Сеть жизни едина, и он ее звено.

Биотехнология — великое достижение. Но и она несет с собой массу угроз. Закон экологии гласит: уничтожая вредное, мы вызываем к жизни иное, быть может, не менее вредоносное; порождая новое, мы вытесняем старое, возможно, более нужное всем нам. Это старое может быть и генетическим наследием предков, т. е. тем, что только и дает нам способность жить.

Лишь естественная, чистая пища — залог крепкого здоровья.

Вместимость космического корабля «Земля» не бесконечна. Нужно трезво думать как накормить, напоить, где поселить и где дать отдохнуть каждому гражданину Земли. Пространство — тоже ресурс.

Безмерные возможности планеты — неумный и вредный миф. Мы живем на малом космическом теле, любая часть которого не может быть бесконечной.

Уход в Космос — горячий бред технократа. Счастье на Земле не заменят космические странствия. Землеотступников ждет неминуемая гибель: Земля во Вселенной только одна и лишь на ней может жить человек. Мечта о завоевании Космоса сродни мечте о мировом господстве. Разумный принцип: космос для Земли, а не Земля для космоса.

Таковы реалии.

Не природе нужна наша защита. Это нам необходимо ее покровительство: чистый воздух, чтобы дышать, кристальная вода, чтобы пить, вся Природа, чтобы жить. Она — Природа — была и всегда будет сильнее человека, ибо она его породила. Он лишь миг в ее жизни. Она же вечна и бесконечна. Человек для нее деталь. Она для него — все. А потому: не вреди!

* * *

Люди, прозрите! Труд вас сделал разумными. Земля дала пищу и кров. Капитал обогатил. Наука повела в будущее. Но вы обманываете себя. Вы идете в грядущее через минное поле опасных изобретений. Вы заморочили себе голову псевдопрогрессом, в котором не осталось ни грана гуманизма. Вам подсовывают безумную технизацию под видом научно-технической революции. Вам объявляют об излишке знания, когда никто не ведает, что будет с планетой завтра, через час, через минуту...

Грядет новая эпоха. На пороге глобальная революция — мирная революция экологии. Ее цели — выживание и благополучие человека. Это революция гуманизма, путь любви и счастья, здоровья, мира и радостей для всей планеты.

Человеку — человечье, природе — природово. И все — для блага людей.

Протрите глаза! И вы увидите очи любимых, милые личики детей, мозоли отцов, светлые озера, ленты рек, ширину полей и дали водных просторов.

Прислушайтесь! И сквозь рев моторов и транзисторов вы услышите журчанье ручьев, шелест травы, неповторимую звенящую тишину природы.

Это не «эмоции». Это — ресурсы, условия жизни и работы. В конечном счете это фундамент экономического процветания и социального благополучия.

Угроза нависла над всем этим. Признак экологического кризиса стал грозной явью. Его тяжелая поступь слышна в аномалиях климата, опустынивании планеты, кислотных осадках.

Биосфера серьезно больна. Ее поразило вмешательство человека в ее жизнь. Помимо острых, всем очевидных невзгод подкрадывается хроническая болезнь нарушения экологического равновесия, искажения биогеохимических циклов. Снизить давление на среду жизни можно только уменьшив население Земли. «Плодитесь и размножайтесь», но с оглядкой: как бы не превратить всех своих потомков в смертников.

Бездумная техника сминает природу, кромсает биосферу, давит человечество, травит Землю.

Этот путь окончен. Смог, удушающий людей, озоновые дыры над полюсами и чума XX века — ВИЧ (СПИД) достаточное тому доказательство. В обращении с планетой, с самим человеком, нужны глубокие знания и мудрая осторожность. Они — символ экологии.

Век безоглядной эксплуатации позади: и человека человеком, и природы человеком. Природа требует воспроизводства. В особой заботе нуждается человек. Экономика перестала быть единственной общественной целью. Не безвременно скончаться богатыми, а жить, пользуясь благами природы и цивилизации, — задача людей.

Мы не технофобы. Нелепо призывать к отказу от успехов физики и химии, любых других наук. Нам по пути с техническими новшествами. Но только с теми, что возникают не за счет горя людей и беспросветности будущего человечества. Мы за науку и технику здоровья и жизни, мы против техники и науки разрушения.

МЫ ЗАЯВЛЯЕМ:

— люди обязаны знать правду о состоянии своего вечного дома. Его сохранение — в их интересах.

В области экологии:

- самое малое отклонение должно быть известно всем,
- опасное немногим требует пристального внимания,
- несущее вред сотням достойно осуждения,
- угрожающее тысячам требует пресечения,
- тревожащее миллионы должно быть уничтожено,
- грозящее миру и планете — вне закона,
- вредное одному виду живого не может быть безразличным для других и прежде всего для человека,
- благо для одних не должно оборачиваться горем для остальных,
- любой терроризм бессмысленен: с его помощью не решить никаких проблем,
- не «падающего толкни», а не дай упасть никому.

* * *

Мы «улучшаем» природу, забыв, что сами нуждаемся в улучшении. Мы тратим миллиарды, возводя плотины на реках. Куда больше средств и сил мы положили на создание барьеров между людьми. Плотины на реках лишают нас рыбы, но дают хотя бы электричество и воду для полива. Барьеры между людьми не дают ничего, кроме людского горя. Не природа требует дальнейшего преобразования — человечество нуждается в новых устоях жизни.

Всегда что-то происходит за счет чего-то. И нужно думать и считать, что получаем и что теряем. Считать и снова думать. Иначе нить Ариадны оборвется и не приведет к благополучию.

Созидай! Но созидай осторожно и разумно, с оглядкой на человека, на мир людей и мир природы. О разрушении и так позаботится время...

Впереди огонь благополучия. Они вечны. Путь к ним нелегок, борьба тяжела. Светлая цель оправдывает любые усилия. Объединимся же под знаком мудрости экологического гуманизма!

Наше НЕТ:

- любым войнам,
- любым битвам с Природой, под какими личинами благого преобразовательства они бы ни скрывались,
- безграмотному технократизму и волюнтаризму в природопользовании,
- неумному экономизму,
- шапкозакладательству в демографии,
- технократическому гигантизму, который всегда предвещает начало конца,
- всему тому, что конъюнктурно и не обещает реальных экономических, социальных и экологических выгод на перспективу столетий, и только в этой единой совокупности благ, а не иначе,
- любому, что грозит биосфере Земли, угрожает людям, каждому человеку — всем и по отдельности.

Наше ДА:

- миру и спокойствию,
- любви и уважению к Природе — фундаменту и условию человеческой жизни,
- сохранению биосферы того типа, в которой возник и развивался Человек разумный,
- максимальному сбережению видов живого, мест их обитания, всей природоохранной политике,
- вниманию к человеку — ко мне и к тебе, к нему и каждому,
- ресурсосберегающим, экономным и малоотходным технологиям,

- «замкнутым» циклам производства,
- миниатюрным изделиям,
- новым биологизированным путям развития сельского хозяйства,
- заводам без дыма, фабрикам без ядовитых стоков, автомашинам без удушливого выхлопа,
- тишине,
- трезвой демографической стратегии,
- разуму и науке, осторожности и мудрости,
- экологической культуре.

Геий человечества должен служить только людям, их процветанию. Зеленый свет всему, что берегает ресурсы жизни. «Стоп» любому, кто транжирит их.

Лишь тот не против нас, кто с нами!

CONTENT

Author's Note	5	3.6. Population Laws	78
Chapter 1. Modern Ecology: A Science or an Outlook?	8	3.7. Biogeographical Regularities	90
Chapter 2. The Structure of the Biosphere	22	3.7.1. Geographic Areas and Population of Species Therein	90
2.1. Subshperes and Super-spheres	23	3.7.2. The Evolution of Species (Population) Within the Boundaries of the Species Area	96
2.2. The Horizontal Structure of the Biosphere and Hierarchy of Ecosystems. The System of Systems	31	3.7.3. The Regularities of Propagation of Communities	98
Chapter 3. Ecological Theorems	41	3.8. The Laws of Functioning of Biocenoses adn Communities	101
3.1. Preliminary Remarks	41	3.8.1. The Energy Producing Capacity. Flows of Substances. Productivity and Reliability of Communities and Biocenoses	103
3.2. Systems Generalisation	43	3.8.2. The Structure and the Species Composition of Biocenoses and Communities	107
3.2.1. Composition of Systems	45	3.8.3. Biocenotic Links and Regulation	110
3.2.2. The Internal Development of Systems	49	3.9. Laws of Ecosystems	116
3.2.3. Thermodynamics of Systems	53	3.9.1. The Structure and Functioning of Ecosystems	117
3.2.4. The Hierarchy of Systems	57	3.9.2. The Dynamics of Ecosystems	123
3.2.5. System-Habitat Correlation	59	3.10. The General Regulations of the Organisation of the Ecosphere and Biosphere of the Earth	127
3.3. Physical and Chemical and Molecular-Biological Fundamentals of the Existence of Live Organisms	62	3.11. The Regularities of the Evolution of the Biosphere	131
3.4. The Ecological Regularities of the Development of Organisms	65	3.12. The Laws of the Man-Nature System	140
3.4.1. The Development of Biosystems	65	3.13. The Laws of Social Ecology	146
3.4.2. The Regularities of Adaptation of Biosystems	71	3.14. The Laws of Nature Use	151
3.5. The Regularities of the System Organism-Habitat	72	3.15. The Principles of the Protection of the Natu-	
3.5.1. The General Laws of the Functioning of the Systems. Organism-Habitat	72		
3.5.2. The Particular Regularities in the System Organism-Media	74		

ral and Human Environment and Habitat	162	6.2.9. Ecologisation of Demographic Policies	244
3.16. Ecological Theorems as a Basis of Environmental Management	171	6.2.10. General Ecologisation of Nature Use	246
Chapter 4. Studies on Resources	173	6.3. The Social and Ecological Impact of Ecologisation	248
4.1. Nature and the Economy	173	6.4. Business and the Market and Ecology	250
4.2. Natural Resources and Restrictions on Their Use	185	6.5. Environmental Degradation Valuation Criteria	257
Chapter 5. The Ecological Balance and Specially Protected Natural Zones	201	6.6. Ways to Overcome the Ecological Crisis	268
Chapter 6. The Ecological Problems and Public Response	214	6.7. Optimistic Pessimism	281
6.1. The Manifestations of the Current Ecological Crisis and Environmental Awareness	214	Chapter 7. The System of Human Needs (An Ecological Approach)	282
6.2. The Problems of Ecologisation in Different Spheres	219	7.1. The Special Features of the Ecological Approach to Man	282
6.2.1. General Trends	219	7.2. Human Habitat	285
6.2.2. Ecologisation of Science and Other Fields of Knowledge	224	7.3. Humanity and Man as A Major System	292
6.2.3. Ecologisation of Industry	226	7.4. The Classification of Human Needs	297
6.2.4. Ecologisation of Farming	229	7.5. Some Practical Conclusions	316
6.2.5. Ecologisation of Forestry and Local Trades	231	Final Remarks: Models of the Future	323
6.2.6. The Ecological Problems of Transport	233	The Concluding Note	330
6.2.7. Ecologisation of the Municipal Complex	236	Supplements	
6.2.8. Socio-Ecological Programmes	240	The General Principles of Ecological Policies	331
		The Methods of Scientific (Ecological, Social and Economic) Assessment of Projects and Economic Initiatives	338
		The Ecological Manifesto	359

Nikolai Reimers. Hopes for the Survival of Humanity. Conceptual Ecology.

This publication is an attempt to comprehend the achievements in ecology as a sphere of knowledge on the survival of humanity. It continues the bright series of well-known books about the future of our planet. Unlike Barbara Word's and Rene Dubos' «Only one Earth» and «Our Common Future» by Brundtland's commission, the author focuses on theoretical efforts to build a more or less harmonised system of knowledge on the basis of several dozens of disciplines.

Nikolai Reimers is one of the most prominent figures in the sphere of environmental sciences and ecology in the Russia: chief research fellow at the Institute of Market Problems under the Russian Academy of Sciences; department Head theoretical ecology at the Russian Open University, president Russian Ecological Union and member Supreme Ecological Council Russian Federation Parliament. Author of several hundred publications dealing with biological, geographical, social, ecological and economic issues. His main scientific works: «Bird and Mammals of the southern taiga in the Middle Siberia», Moscow-Leningrad, Nauka Publishers, 1966, 420 p.; «Specially Protected Natural Zones», Moscow, Mysl Publishers, 1978, 295 p. (co-author F. Shtilmark); «The ABC of Nature. The Microencyclopaedia of the Biosphere», Moscow, Znaniye Publishers, 1980, 208 p.; «A Glossary of Nature Use», Moscow, Mysl Publishers, 1990, 639 p.; «Popular Biological Dictionary», Moscow, Nauka Publishers, 1991, 544 p.

Научное издание

Реймерс Николай Федорович

**ЭКОЛОГИЯ
(ТЕОРИИ, ЗАКОНЫ, ПРАВИЛА, ПРИНЦИПЫ И ГИПОТЕЗЫ)**

Редактор *О. Е. Политова*

Технический редактор *О. Н. Крайнова*

Корректор *В. И. Серегина*

Лицензия ЛР № 040173 от 28.11.91

ИБ 2825

Подписано в печать с готовых диапозитивов 01.06.94. Формат 70x100 1/16.
Бумага офс. № 2. Гарнитура Литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 29,9
Усл. кр.-отт 29,9. Уч.-изд. л. 32,5. Тираж 10 000 экз. Заказ 5202.

Редакция журнала «Россия молодая». 129344, Москва, Радужная ул., д. 13.

Книжная фабрика № 1 Комитета РФ по печати.
144003, г. Электросталь Московской области, ул. Тевосяна, 25.