

Человечество, обладающее сверхвысокой активностью, создавшее дефицит ресурсов и избыток отходов жизнедеятельности в ограниченном объёме биосферы, оказалось на пороге экологического кризиса. Для выхода из него нужна разумная экологическая политика, не ограничивающаяся принимаемыми сегодня мерами. Об основных принципах такой политики размышляет автор публикуемой статьи.

БЕСКОНФЛИКТНЫЙ ПЕРЕХОД БИОСФЕРЫ В НООСФЕРУ - РАЗУМНЫЙ ВЫХОД ИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА

А. С. Керженцев

Академик В.И. Вернадский предсказал два фундаментальных момента в эволюции жизни на нашей планете при непосредственном влиянии одного биологического вида - *Homo sapiens*. Первый касается эволюционного перехода биосферы в ноосферу - сферу Разума, второй - процесса неизбежного растекания жизни по Земле, ближнему и дальнему космосу. Ему вторил великий мечтатель и отец космонавтики К.Э. Циолковский: "Планета есть колыбель Разума, но нельзя вечно жить в колыбели". Американский эколог Л. Уайт так прогнозировал будущее человечества: "Неограниченная эксплуатация ресурсов должна смениться неограниченной изобретательностью ради поддержания постоянного возобновления ресурсов". Эти мудрые высказывания вселяют надежду на благополучный исход очередного экологического кризиса, связанного с преодолением пределов роста, в который человек загнал себя постоянным стремлением к лучшей жизни и комфорту, применяя достижения технического прогресса.

Человек благодаря разуму и созданным с его помощью техническим средствам сумел освоить малопригодные и непригодные для других видов места обитания, добыть недоступные другим видам ресурсы жизнеобеспечения. Он придумал и создал множество приспособлений для активной адаптации к суровым условиям: одежду и обувь,



КЕРЖЕНЦЕВ Анатолий Семёнович – доктор биологических наук, заведующий лабораторией функциональной экологии Института фундаментальных проблем биологии РАН.

искусственное отопление и освещение, транспортные средства, приборы усиления возможностей зрения и слуха (микроскоп, телескоп, перископ, телефон, телеграф, Интернет), мозга (калькуляторы, компьютеры), великое множество искусственных веществ и материалов, необходимых для комфортного существования. Это позволило ему преодолеть естественный лимит численности популяции и перешагнуть пределы роста.

Когда технический прогресс приобрёл глобальный масштаб и его результаты стали сопоставимыми с результативностью природных процессов (по Вернадскому), всё более ощутимо начала проявляться негативная сторона успехов человечества. Человек, вооружённый знаниями и техникой в своей разнообразной хозяйственной деятельности, ощутил себя властелином природы, её покорителем и потребителем. В нашей стране этому долгое время способствовал главный лозунг покорителей природы, внедрявшийся в сознание людей с самого детства и приписывавшийся талантливому садоводу и селекционеру И.В. Мичурину: "Нам нечего ждать милостей от природы! Взять их у неё - наша задача!" В результате человек стал главным виновником деградации природы и невольным инициатором приближения собственной гибели.

Однако само противопоставление человека природе, укрепившееся с детства в нашем сознании, в принципе неверно, противоестественно и нерационально. Гораздо полезнее понять и принять, что человек есть природное существо, которое действует в строгих рамках законов природы. Они касаются не столько борьбы за ресурсы, сколько взаимодействия разных видов в коллективном и безотходном использовании ресурсов среды. Самым плодотворным типом взаимодействия организмов оказался мутуализм - взаимовыгодное их сосуществование, например, взаимодействие гриба и водоросли, которое вылилось в образование нового вида растений - лишайника,

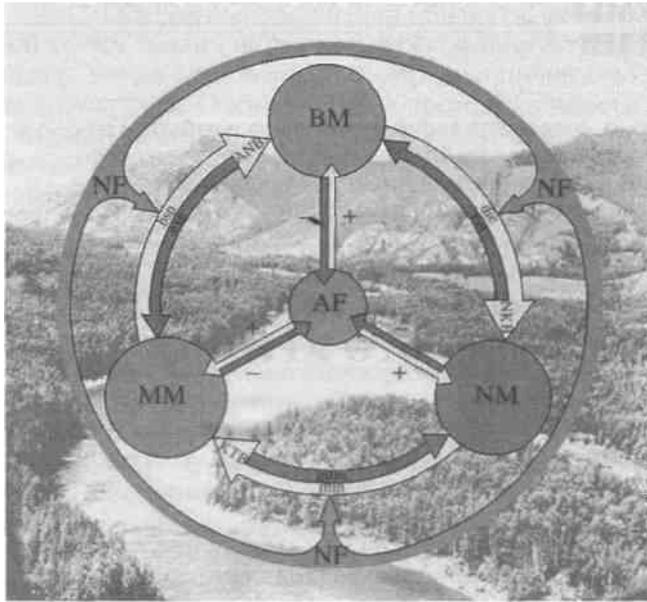


Рис. 1. Метаболизм экосистемы

Структурные элементы: BM – биомасса, NM – некротомасса, MM – минеральная масса; *процессы функционирования:* ANB – анаболизм, NKV – некроболизм, KTB – катаболизм; *элементарные процессы:* bsn (biosynthesis) – биосинтез, exc (excretion) – экскреция, ncr (necrose) – отмирание, rev (revival) – возрождение жизни (поток ассимилятов в плоды, семена и зародыши), min – минерализация, gum – гумификация; *факторы внешней среды:* NF – естественные факторы, AF – антропогенные факторы

способного произрастать на голом камне или стволе дерева за счёт использования энергии Солнца и внутреннего круговорота минеральных элементов между живой и отмершей биомассой. Мудрая природа создала экосистему - биотическое содружество, а точнее, симбиотическое сообщество автотрофных и гетеротрофных организмов, функционирующих автономно за счёт мутуализма. В экосистеме почва обеспечивает фитоценоз элементами минерального питания в форме газов и солей, а фитоценоз обеспечивает почву (педоценоз) отмершей биомассой (некротомассой) и свободным кислородом, необходимым для её окисления.

Экосистема как самостоятельное устойчивое природное образование обладает характерной для неё структурой и функцией. Структура экосистемы анизотропная, её строение в горизонтальном и вертикальном направлениях принципиально различно. Вертикальный профиль экосистемы представлен несколькими ярусами фитоценоза и несколькими горизонтами педоценоза. В горизонтальном направлении экосистема характеризуется мозаикой почвенно-растительного покрова с определённой площадью каждого таксона. Изменчивость экосистем в пространстве зависит от распределения факторов среды и оценивается по трём категориям: география, топография, пест-

рота. Горизонтальная структура экосистем отображается на экологических, почвенных и геоботанических картах разного масштаба. Функция экосистемы - метаболизм - представляет собой циклический процесс фазовых превращений массы экосистемы (экомассы), который принято называть биологическим круговоротом вещества и энергии. Фитоценоз и педоценоз являются одновременно и структурными элементами и функциональными компонентами экосистемы. Фитоценоз выполняет функцию анаболизма - превращения массы минеральных элементов в живую фитомассу, а педоценоз выполняет функцию катаболизма - превращения отмершей биомассы в минеральные элементы. В метаболизме экосистемы осуществляется ещё одна важная функция - некроболизм - превращение живой отработавшей ресурс биомассы в мёртвую, с синтезом при этом зародышей будущих организмов (рис. 1).

Растения объединяются в фитоценоз, под пологом которого образуется более мягкий, чем вне полога, микроклимат. Критерием объединения растений служит специализация видов по рациональному использованию ресурсов экотопа. Максимум ресурсов достаётся виду-эдификатору, который обеспечивает сооружение общей конструкции фитоценоза и верхнего яруса растительного полога. Остальные ресурсы распределяются между видами, заполняющими пространство под пологом эдификатора. Видовой состав фитоценоза складывается из тех видов, которые уже адаптировались к данному диапазону факторов среды в соответствии с потребностями в элементах минерального питания (ЭМП). Более мягкий микроклимат, созданный под пологом эдификатора, становится стимулом для привлечения в состав фитоценоза видов из других, более благоприятных природных зон, а запас и состав ЭМП в почве ограничивает видовое обилие.

В оптимальных гидротермических условиях лимитирующим фактором для пополнения видовой состава фитоценоза является дефицит ЭМП. Чем богаче состав и запас доступных растениям минеральных элементов, тем богаче видовой состав и продуктивность фитоценоза. Современные растения, за исключением лишайников и камне-ломки, не способны добывать ЭМП из горной породы, поскольку не имеют инструмента для разрушения кристаллической решётки минералов. Они получают необходимые для фотосинтеза ЭМП из почвы, которая сама, без особых усилий со стороны фитоценоза, выделяет нужные ему минеральные элементы.

Биологический круговорот вещества совершается между фитоценозом и педоценозом почти по замкнутому циклу. Расчёты Г.И. Марчука, К.Я. Кондратьева, В.Г. Горшкова [1] показали, что степень разомкнутости системы "синтез-рас-

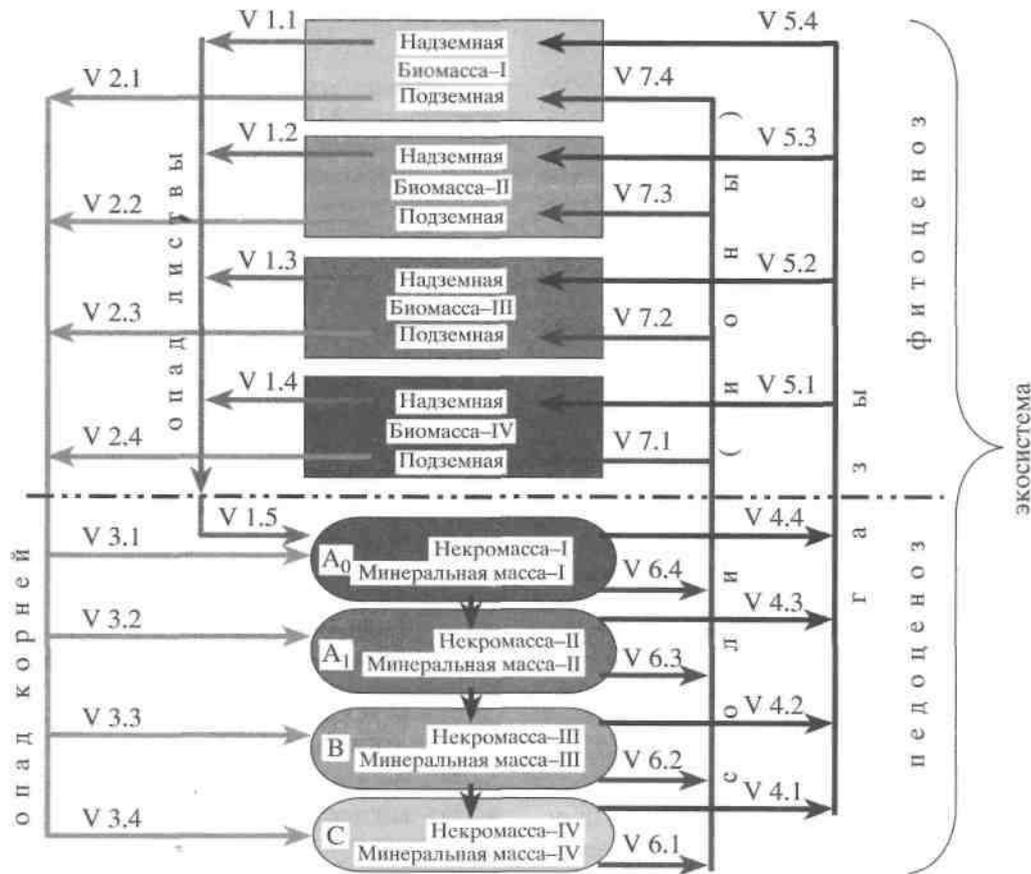


Рис. 2. Экосистема – симбиотическое сообщество фитоценоза и педоценоза

Структура лесной экосистемы. Ярусы фитоценоза: I – эдификатор, II – субдоминанты, III – подрост, IV – напочвенный покров; горизонты педоценоза: A₀ – лесная подстилка, A₁ – гумусовый горизонт, B – иллювиальный горизонт, C – подпочва (рыхлая порода). *Функция экосистемы:* V_{1.1, 1.2, 1.3, 1.4} – выход массы надземного опада из фитоценоза; V_{2.1, 2.2, 2.3, 2.4} – выход массы подземного опада из фитоценоза; V_{1.5} – приход массы надземного опада в верхний горизонт педоценоза; V_{3.1, 3.2, 3.3, 3.4} – приход массы подземного опада в горизонты педоценоза; V_{4.1, 4.2, 4.3, 4.4} – эмиссия газов из горизонтов педоценоза; V_{5.1, 5.2, 5.3, 5.4} – поглощение газов листовой растением (филлосферой); V_{6.1, 6.2, 6.3, 6.4} – эмиссия минеральных солей (ионов) из горизонтов педоценоза; V_{7.1, 7.2, 7.3, 7.4} – поглощение солей (ионов) корнями растений (ризосферой)

пад в экосистеме составляет сотые доли процента. Поэтому природную экосистему вполне можно считать замкнутой с ошибкой менее 1%. Если же сравнить это допущение с точностью полевых методов измерения биомассы (20%), то этой ошибкой можно пренебречь (рис. 2). Такое по сути ошибочное допущение даёт большое методическое преимущество при моделировании функции экосистем, поскольку позволяет добиться высокой точности балансовых расчётов в отдельных звеньях круговорота, несмотря на грубые методы полевых измерений.

Почва – структурный элемент экосистемы, главной характеристикой которого является генетический профиль с набором горизонтов. Педоценоз – функциональный компонент экосистемы, биологический реактор, перерабатывающий отмершую биомассу в минеральные элементы. Главные функциональные блоки педоценоза – некромасса, состоящая из опада подстилки и гу-

муса; гетеротрофный биологический комплекс, включающий всю почвенную биоту; минеральная масса, освобождённая из некромассы гетеротрофным биологическим комплексом. Структура и функция – равноправные объекты исследования: почву изучает почвоведение, педоценоз – функциональная экология.

Почва как структурный элемент экосистемы образовалась за счёт разницы скоростей синтеза и распада некромассы. Поступление отмершей биомассы в форме опада в почву происходит гораздо быстрее, чем её разложение на минеральные элементы. Со временем на каждом участке земной поверхности, в соответствии с устоявшимся здесь диапазоном гидротермических условий, формируется гетеротрофный биологический комплекс, который вместе с некромассой и разнообразными продуктами её ступенчатой минерализации образует массу почвы, дифференцированную временем минерализации и гумификации разных

фракций на генетические горизонты. Сформированный почвенный профиль функционирует как полноправный компонент экосистемы в режиме, синхронном фитоценозу, за счёт переработки его отмершей продукции.

Как сказано выше, метаболизм экосистемы состоит из трёх самостоятельных функций: анаболизма, некроболизма и катаболизма. Анаболизм - ассимиляция простых минеральных элементов в сложные органические вещества с помощью солнечной энергии. Некроболизм - превращение живой биомассы в некромассу. Катаболизм - диссимиляция сложных органических веществ некромассы на простые минеральные вещества, которые в результате анаболизма снова превращаются в биомассу.

Функция анаболизма - это сочетание двух противоположных процессов: фотосинтеза и дыхания. Но если учесть, что результатом анаболизма, кроме фитомассы, является также зоомасса и микробиомасса (продукция вторичного синтеза), то полное определение функции анаболизма будет звучать как взаимодействие биосинтеза и экскреций, то есть всех выделений всей биоты.

Функция некроболизма состоит из некроза биомассы и возрождения новой жизни (вторичного синтеза) в форме семян, спор, зародышей. Начинается эта важная функция с момента включения генеративной фазы онтогенеза. К этому моменту морфологически сформированный организм способен добывать гораздо больше ресурсов, чем нужно для его собственного жизнеобеспечения. Поэтому избыток ресурсов направляется на зарождение новой жизни - формирование генеративных органов, воспроизводство и воспитание потомства. Процессы возрождения и некроза проходят параллельно, но с обратным знаком, отжившее уступает место новой жизни.

Функция катаболизма представляет собой взаимодействие процессов минерализации некромассы и её гумификации - вторичного синтеза органического вещества из промежуточных продуктов минерализации некромассы. Основная масса продуктов минерализации в форме газов и солей поглощается фитоценозом. Не востребованные фитоценозом ЭМП взаимодействуют с органическими радикалами разлагающейся некромассы и образуют почвенный гумус, который становится хранителем запаса ЭМП для будущих фитоценозов. Чем больше остаётся в почве неостребованных элементов, тем больше образуется гумуса.

Малое содержание гумуса может указывать не только на низкую биологическую активность почвы, но и на высокую активность потребления фитоценозом ЭМП, освобождённых в процессе минерализации некромассы при высокой активности почвенной биоты. Качество гумуса зависит от состава неостребованных ЭМП и свободных ради-

калов. Высокое содержание гумуса в почвах объясняется ступенчатым механизмом его накопления.

При минерализации свежего опада неостребованные ЭМП образуют рыхлые фракции гумуса, которые при минерализации выделяют ЭМП, потребляемые фитоценозом. Неостребованные на этом этапе ЭМП образуют с радикалами новые, более прочные гумусовые фракции, которые после минерализации и потребления фитоценозом части ЭМП, образуют ещё более прочные фракции гумуса. Самые устойчивые к минерализации фракции гумуса обозначают общим названием - гумины. Эти соединения способны храниться в почве сотни и даже тысячи лет. После потери углеводородной компоненты, гумины превращаются в глинистые минералы. Эти вещества составляют регулярные естественные потери биологического круговорота. Они переходят безвозвратно в геологический круговорот и накапливаются в нижних горизонтах почвы. Поэтому функция катаболизма экосистемы прежде всего обеспечивает фитоценоз ЭМП, а кроме того, поддерживает структуру почвенного профиля, газовый состав атмосферного воздуха, солевой состав вод, минералогический состав осадочных пород.

Из трёх главных функций экосистемы лучше всего изучена функция анаболизма. Механизм фотосинтеза был открыт ещё в конце XVIII в. трудами М.В. Ломоносова, Дж. Пристли, И. Ингенгауза, Ж. Сенебье, Н. Соссюра, в XIX в. представления о нём развивали Дж.Б. Буссенго, Ю. Сакс, В. Пфеффер, В. Добени, В.А. Дрепер, Р. Майер и Г. Гельмгольц, детально он описан в конце XIX - начале XX в. К.А. Тимирязевым. В настоящее время механизм фотосинтеза изучается на уровне первичных процессов переноса электрона (школа А.А. Красновского, А.А. Ничипоровича, В.А. Шувалова). Проблема биопродуктивности изучается многими научными учреждениями в рамках государственных задач и программ международного сотрудничества.

Слабая изученность функций некроболизма и катаболизма объясняется их меньшей востребованностью со стороны науки и практики.

Резкое обострение в последние годы проблем утилизации отходов жизнедеятельности человека и неотложная необходимость разумного управления механизмом функционирования природных, аграрных и урбанизированных экосистем вынуждают науку активизировать исследования в этой области. Общеизвестно, что экосистемы Земли сильно различаются не только по биомассе и продуктивности, но и по устойчивости к различным стрессам. Экосистема дождевого тропического леса, например, функционирует как геохимически проточная система, не образуя страховочных запасов вещества. Она содержит минимум почвенного гумуса, поскольку функционирует в наиболее

благоприятных для биоты условиях среды и не нуждается в системе защиты своих ресурсов ЭМП, которые почти полностью находятся в постоянном круговороте. Дождевой тропический лес с его гигантской биомассой и высшей скоростью биологического круговорота, крайне неустойчив к стрессам. При воздействии негативных факторов он может полностью деградировать и превратиться в пустынный ландшафт (Аравийская пустыня, латериты, железистые коры выветривания и т.п.). Не зря мировая общественность обеспокоена варварской рубкой лесов в бассейне Амазонки. Это вполне может закончиться образованием новой Сахары.

В степных экосистемах, регулярно испытывающих смену благоприятных и неблагоприятных гидротермических условий, создана сложная система накопления, хранения и экономного расходования (дозирования) ресурсов жизнеобеспечения - ЭМП в виде почвенного гумуса с его сложной фракционной структурой. В актуальном биологическом круговороте находится только малая часть "капитала" экосистемы, основная его масса хранится в запаснике экосистемы - почвенном гумусе. Поэтому так сильно различается устойчивость этих двух типов экосистем к различным естественным и антропогенным стрессам. Степные экосистемы, накопившие огромные запасы гумуса, оказались способными противостоять прямым воздействиям примитивной варварской агротехники в течение многих тысячелетий и при этом ещё обеспечивать человека биологической продукцией нужного количества и качества.

В биосфере - экосистеме глобального масштаба - гармония развития обусловлена динамическим равновесием (гомеостазом) между компонентами экосистемы и факторами окружающей среды. Естественная экосистема функционирует в стационарном режиме, при котором масса вещества на входе равна массе вещества на выходе. Режим функционирования экосистемы контролируется сочетанием внешних условий: света, тепла, влаги.

Согласно закону природной зональности, на определённом участке земной поверхности поддерживается некая стабильность сочетания факторов среды - диапазон условий, к которому адаптировались определённые виды живых организмов и объединились в устойчивые симбиотические сообщества - экосистемы. Суточная, годовая и многолетняя динамика гидротермических условий определяет и контролирует ритмику метаболизма экосистем.

Биота, осуществляющая метаболизм любой, в том числе и глобальной, экосистемы, строго специализирована по экологическим функциям: продуценты, консументы, редуценты (рис. 3). Продуценты - автотрофные организмы - синтезируют

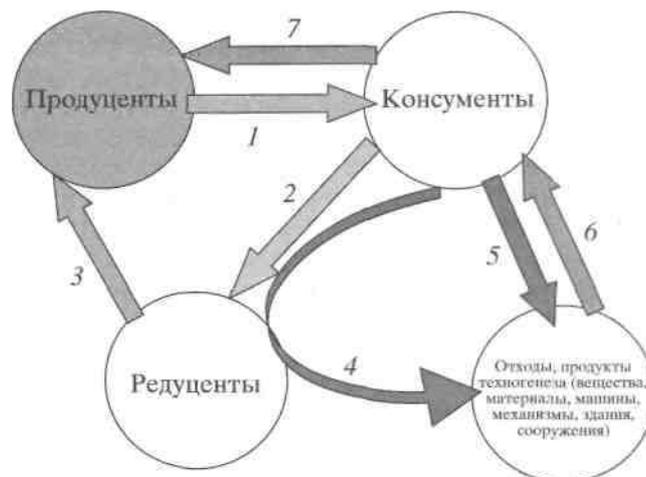


Рис. 3. Метаболизм биосферы и ноосферы

Потоки вещества в биосфере: 1 – первичная биологическая продукция, 2 – отмершая первичная и вторичная биологическая продукция, 3 – минеральная масса – продукт естественной минерализации отмершей биомассы (первичной и вторичной продукции). *Потоки вещества в ноосфере:* 4 – отходы жизнедеятельности человека, неразложимые естественной гетеротрофной биотой, 5 – продукты техногенеза, неразложимые естественной гетеротрофной биотой (искусственные вещества и материалы, машины и механизмы, здания и сооружения), 6 – промышленная переработка третичной продукции – отходов жизнедеятельности человека и продуктов техногенеза, выработавших ресурс, 7 – минеральная масса – результат искусственной деструкции третичной продукции

первичную биологическую продукцию - фитомассу из массы минеральных элементов с помощью солнечной энергии. Консументы - гетеротрофные организмы - трансформируют первичную биологическую продукцию во вторичную - зоомассу и микробиомассу, включая и антропо-массу (массу живого вещества всей популяции вида *Homo sapiens*). Редуценты - гетеротрофные организмы, разрушающие отмершую биомассу до минеральных элементов, которые потребляются продуцентами для синтеза новой фитомассы. В процессе эволюции цикл метаболизма биосферы был настолько точно отрегулирован, что степень разомкнутости системы "синтез-распад" у современных экосистем составляет сотые доли процента [1].

Неограниченный рост численности популяции человека разумного и антропомаcсы создал критическую ситуацию в среде его обитания. Сначала возник, а потом стал возрастать дефицит ресурсов жизнеобеспечения (пища, вода, воздух). Затем стал отчетливо проявляться избыток отходов жизнедеятельности человека. В последние годы он достиг таких размеров, что сформировал совершенно новый вид "третичной" (антропогенной) биологической продукции. Она включает бытовые, промышленные и сельскохозяйственные отходы, искусственные материалы и вещества, отработавшие ресурс машины и механизмы,

здания и сооружения, то есть всё рукотворное, всё созданное человеком для обеспечения его комфортной жизнедеятельности. В результате многолетней активной хозяйственной деятельности человека сформировался особый класс веществ, которые не поддаются естественному процессу диссимиляции силами природных редуцентов и потому накапливаются в биосфере. Это выводит большие массы вещества из сферы биологического круговорота и надолго консервирует их в антропогенной третичной продукции. Кроме того, высокие концентрации минеральных элементов в местах скопления отходов становятся потенциальной угрозой химического загрязнения ближних и дальних экосистем. Только бытовых отходов каждый житель Земли производит ежедневно 1.5-2 кг, а нас уже 6 млрд. человек. Очистные сооружения мира производят ежедневно 500 млн. т иловых осадков, обогащенных тяжёлыми металлами и хлорорганическими и другими токсичными соединениями, а эффективные технологии их утилизации практически отсутствуют. Что тут скажешь, если сегодня даже гору Эверест называют "высочайшей в мире помойкой". За 54 года, прошедшие после первого восхождения, на склонах самого высокого пика мира собралось, по оценкам экологов, более 50 т мусора [2]. В результате современная биосфера вынуждена не только отдавать прожорливым консументам значительно больший объём фитомассы, чем в доиндустриальную эпоху, но и принимать в свой давно отрегулированный цикл метаболизма огромный объём третичной продукции - синтезированного человеком вещества нового, незнакомого природе состава и свойств.

Рост потребностей популяции человека уменьшил запас фитомассы, кислорода и пресной воды. Избыток отходов жизнедеятельности человека ещё более усилил дефицит фитомассы вследствие сокращения площади естественных экосистем и снижения их продуктивности в результате загрязнения среды обитания. В этой критической ситуации человек оказался перед выбором: или погибнуть в изменённой им же самим среде обитания, или взять на себя ответственность за управление экологической ситуацией в биосфере. Очень хорошо об этом сказал в середине прошлого века американский эколог Л. Баттан: "Одно из двух: или люди сделают так, чтобы на Земле стало меньше дыма, или дым сделает так, что на Земле станет меньше людей". Это значит, что в целях выживания человек должен взять на себя, кроме естественной для него функции консумента, функции продуцента и редуцента. Пока биосфера позволяет человеку успешно выполнять его единственную функцию консумента, но её резервов при таком стремительном росте антропогенного воздействия может хватить ещё на несколько десятков или сотен лет. И если за это время человек

не найдёт разумного и эффективного способа поддержания гомеостаза биосферы, он исчезнет как биологический вид. После избавления от алчного завоевателя биосфера быстро захоронит всю третичную продукцию, восстановит нарушенное динамическое равновесие и начнёт новый виток эволюции. Когда-нибудь в результате эволюции появится новое, более разумное существо, которое сможет отрегулировать свои отношения с биосферой и обеспечит бесконфликтный переход в ноосферу - сферу разума, управляющего процессом метаболизма глобальной экосистемы с пользой для себя и без ущерба природе.

Сегодня чётко обозначились три главных фактора беспокойства человека о состоянии среды своего обитания: обеднение видового разнообразия и содержащегося в нём генетического фонда биосферы; истощение запаса природных ресурсов, накопленных в течение длительной истории Земли; ухудшение качества среды обитания человека как биологического вида, которая сформировалась задолго до его появления всем предшествующим периодом эволюции биосферы. В соответствии с этим сформировались три направления действий по обеспечению экологической безопасности человечества.

Для сохранения видового разнообразия и генетического фонда биосферы создана и продолжает совершенствоваться мировая сеть особо охраняемых природных территорий. Среди них можно выделить биосферные заповедники - типичные экосистемы Земли, исключённые из сферы хозяйственного пользования и охраняемые в рамках национальной юрисдикции каждой страны как общее мировое достояние человечества, как эталоны типичных участков биосферы. Число биосферных заповедников уже превысило 300 и постоянно растёт. Эту же функцию выполняют многочисленные государственные заповедники, заказники, национальные парки, ботанические сады, дендропарки, зоопарки, криобанки.

Для поддержания и экономного расходования природных ресурсов разрабатываются и внедряются ресурсо- и энергосберегающие технологии, малоотходные и безотходные технологии, ведётся активный поиск альтернативных источников энергии и технологического сырья, расширяются возможности вторичного использования ресурсов. Оказалось, что разведанных запасов полезных ископаемых России может хватить на несколько десятков лет: нефти - на 35 лет, газа - на 80, угля - на 60-180, железа, меди, никеля, молибдена, ванадия - на 40, цинка, свинца, сурьмы и россыпного золота - на 15-20, фосфатов - на 50, калийных солей - на 100 лет [3]. В некогда бездонных кладовых природы дно почти обнажилось.

Чтобы сдерживать прогрессирующее ухудшение качества среды обитания, мы должны заботить-

ся, во-первых, о снижении антропогенной нагрузки на природные экосистемы и их компоненты. Конечно, это сопряжено с большими трудностями. Дело в том, что все источники негативных антропогенных воздействий на природу являются материальной основой благополучия человеческого общества, поскольку производят жизненно необходимую продукцию, обеспечивающую комфорт современного человека. Поэтому активность антропогенных факторов находится под защитой всей сложившейся системы общественных отношений, правовых и политических постулатов, экономических и юридических норм. Природа, к сожалению, пока лишена такой защиты. Ведь бывает трудно закрыть даже явно экологически вредное предприятие, поскольку большому количеству людей это грозит потерей работы и социальных благ.

Во-вторых, нужно научиться повышать устойчивость природных экосистем к негативным воздействиям, что позволило бы в какой-то мере снизить темпы деградации экосистем биосферы. Но мы пока не умеем этого делать. Нам известна значительная разница устойчивости экосистем к однотипным воздействиям, однако сам механизм устойчивости, а тем более возможности управления этим природным механизмом ещё предстоит тщательно изучить.

В-третьих, надо иметь в виду, что почти все средства, выделяемые правительствами разных стран и международными организациями на охрану окружающей среды, расходуются на ремонт уже нарушенных экосистем. Эффективность таких чрезвычайных вложений капитала мизерная, поскольку масштабы экологических нарушений огромны, а успехи немногочисленных "ремонтников" более чем скромны и ненадёжны.

Ещё один важный момент, от которого зависит успех в решении рассматриваемых проблем, - это пространственная единица контролируемой и управляемой территории: целостность, комплектность, критический объём природных экосистем как объектов управления. Только цельная, полномасштабная экосистема в естественных границах подчиняется законам природы и функционирует в собственном стационарном режиме с максимальным для данных условий КПД использования ресурсов экотопа, с минимальными потерями вещества и энергии.

Естественно, что экосистемы локального, регионального и глобального масштаба требуют принципиально различного научно-методического подхода, нуждаются в разной методологии и технологии управления. Поэтому очень важен выбор пространственной величины объекта управления. Именно в определённых границах пространства можно с достаточной точностью рассчитать динамику и ритмику природных процессов метабо-

лизма конкретной экосистемы, оценить параметры её изменчивости во времени, найти объективные критерии для оценки допустимых и критических изменений структуры и функций экосистемы, предложить эффективные меры оптимизации функций в конкретных условиях среды.

По существу, мы должны относиться к природным экосистемам так же, как относятся к нам врачи, помогающие избавиться от болезней и недугов. Хороший врач не ограничивается анализом больного органа, а использует характеристики и потенциальные возможности всего организма, заботится не только о лечении, но и о предупреждении возможных заболеваний. Эколог тоже должен ставить объективный диагноз целостной природной экосистеме, все элементы которой взаимосвязаны и функционируют в строгом взаимодействии друг с другом и со средой обитания. И ей же, целостной пространственной единице, он должен назначать "курс лечения", опираясь на знания законов функционирования всей системы, а не только повреждённого компонента.

Существующее в мире административно-территориальное членение пространства биосферы на социально-экономические системы (страны, провинции, области, районы, уезды и т.п.) противоестественно. Оно нарушает гармонию природы, препятствует её естественному развитию, самосохранению и самовосстановлению. Административные границы произвольно рассекают естественные, связанные общей функцией целостные ландшафты на отдельные куски, которым трудно поставить правильный "диагноз", а тем более провести эффективный "курс лечения".

Интересную идею в своё время высказали А.Н. Тюрюканов и В.М. Фёдоров. По их мнению, "экологические проблемы есть самое яркое свидетельство противоестественного пути развития. .. По существу, необходимо вернуться к классической научной мысли о первичности природных предпосылок возникновения и развития общества. Именно биосфера является истинным базисом развития общества. Биосфера первична, а экономика вторична... Ноосфера возникает не в результате противостояния, а наоборот, в результате сопряжённой эволюции биосферы и человечества. Последнее не изолирует себя от биосферы, а становится новым организующим Планетарным Центром, поднимающим биосферу на другой эволюционный уровень, и само, таким образом, входит в следующий цикл эволюционного развития..." [4].

Приоритет естественного региона как объекта экологического мониторинга и управления природоохранной деятельностью был многократно высказан ещё в 70-80-е годы. Впервые термин "экологический регион" применил В.А. Ковда на Международном симпозиуме по глобальному мо-

нитингу в 1982 г. Так он назвал территорию Верхнеокского бассейна - региона экологического контроля Пущинской биосферной станции, одной из первых в стране станций комплексного экологического мониторинга, которая успешно действовала в 1975-1983 гг. [5]. Экологический регион был определён как природно-экономическая система - элементарная пространственная ячейка биосферы и ноосферы.

Экологический регион - это совокупность природных, аграрных и урбанизированных экосистем в естественных границах водосборного бассейна с общей ёмкостью, скоростью биологического круговорота и единой направленностью потока вещества. Преимуществами водосборного бассейна перед другими пространственными единицами являются чёткость и объективность линии границы, однонаправленность потока вещества к базису эрозии и замыкающему створу водотока, аналогичный тип строения водосборных бассейнов всех масштабов. Именно для таких целостных территориальных единиц разного масштаба можно составить объективный экологический диагноз и назначить эффективный курс экологического лечения. Разумная политика должна быть направлена на профилактику экологических нарушений и поддержание оптимального режима функционирования региона, обеспечивающего его экологическую безопасность.

В границах экорегиона должен проводиться весь комплекс мониторинга, включая экологический диагноз и назначение защитных мер. А руководство административных районов, входящих в состав экорегиона, должно договориться между собой о кооперации усилий и материальных затрат для реализации профилактических, оперативных и чрезвычайных природоохранных мер, назначенных специалистами в масштабе всего ре-

гиона. Для обеспечения экологической безопасности каждого региона и биосферы в целом необходимо осознать ещё одну важную истину. Человек разумный - самый молодой биологический вид, среда обитания которого была сформирована в течение длительного процесса эволюции биосферы, задолго до его появления. Человек не может адаптироваться к какой-то иной среде, поэтому для своего развития и процветания он должен обязательно сохранить её исходное качество. Переход биосферы в ноосферу означает кардинальное изменение экологической функции человека как биологического вида. Если уж разум позволил человеку создать технические средства для освоения недоступных другим видам территорий и ресурсов, он обязан обеспечить ему выход из экологического кризиса.

Бесконфликтный переход биосферы в ноосферу вполне возможен. Но для этого человек и его разум, вооружённый экологически совершенными технологиями и техническими средствами, должен взять на себя выполнение ряда обязательных условий, о которых шла речь в статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марчук Г.И., Кондратьев К.Я. Приоритеты глобальной экологии. М.: Наука, 1992.
2. Николаев А. Эверест пора почистить от красной икры // Труд. 2007. 19 июня.
3. Паршев А.П. Почему Россия не Америка. М.: Крымский мост-9д, Форум, 2001.
4. Гюрюканов А.Н., Фёдоров В.М. Естественное районирование страны может вывести её на новый уровень // Экология России. Сб. статей. М.: ГЕОС, 2000. С. 54, 57.
5. Региональный экологический мониторинг / Ред. В.А. Ковда, А.С. Керженцев. М.: Наука, 1983.