

Е. Н. БУКВАРЕВА, Г. М. АЛЕЩЕНКО

ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОЙ ПРИРОДЫ И СТРАТЕГИЯ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Анализируются общие подходы к определению стратегии сохранения, восстановления и устойчивого использования биоразнообразия на основе представлений об экстремальных принципах развития природных и социальных систем и их иерархической структуре. Биоразнообразие рассматривается как одна из важнейших характеристик биосистем, которая оптимизируется ими в ходе развития. Обсуждается актуальность постановки задачи оптимизации социоэкосистем и возможные цели управления биоразнообразием на современном этапе.

ВВЕДЕНИЕ

Одна из важнейших научных проблем в области охраны природы — разработка стратегии сохранения, восстановления и устойчивого использования биоразнообразия [11]. Сегодня это понятие охватывает внутривидовое и внутривидовое разнообразие (разнообразие генов), разнообразие видов, разнообразие сообществ и экосистем [10—12]. Иными словами, рассматриваются объекты природоохранной практики (популяции, виды, сообщества), но с особым вниманием к характеристикам их разнообразия, т. е. речь идет о давнем вопросе о стратегии взаимоотношений человека и живой природы, являющейся по сути проблемой управления (Авторы понимают, что использование слова «управление» вызывает негативные ассоциации с проектами типа межбассейновой переброски речных вод и другими планами «преобразования» природы. И все же употребление термина «управление»¹ здесь необходимо, так как любое осмысленное и основанное на прогнозе результатов воздействие на те или иные системы является именно управляющим воздействием. Все дело в *целях* и принципах этого управления этими взаимоотношениями. Для ее решения необходимо определить: объекты управления; цели управления; методы и способы управления. В данной работе мы остановимся на первых двух вопросах, которые можно считать стратегическими.

ОБЪЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ — СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Итак, стратегия сохранения, восстановления и использования биоразнообразия - это по сути, стратегия управления процессами взаимодействия человека и живой природы. Как определяются объекты управления в этом случае?

Уже из того факта, что проблемы с охраной биоразнообразия возникают из-за человеческой деятельности, следует необходимость управлять не только (и не столько) биоразнообразием, но и социально-экономическими системами, воздействующими на него. Современное сокращение биоразнообразия происходит в результате деятельности человека, и коренные причины этого процесса надо искать в человеческом обществе. Растущая численность населения, постоянное расширение экологической ниши человека, чрезмерное и неустойчивое потребление ресурсов, экономическая система,

¹ Авторы понимают, что использование слова «управление» вызывает негативные ассоциации с проектами типа межбассейновой переброски речных вод и другими планами «преобразования» природы. И все же употребление термина «управление» здесь необходимо, так как любое осмысленное и основанное на прогнозе результатов воздействие на те или иные системы является именно управляющим воздействием. Все дело в *целях* и принципах этого управления.

неспособная правильно определить ценность природной среды, слабость природоохранных общественных, государственных и законодательных структур и т. п.— коренные причины уничтожения биоразнообразия [12]. Желая ослабить негативное влияние человека на природные системы, мы вынуждены в первую очередь воздействовать именно на население и экономику регионов. Кроме того, любые меры по сохранению или использованию природных биосистем всегда реализуются через те или иные социально-экономические структуры (государственные органы по контролю и охране природной среды, заповедники, общественные организации) и в конкретных социально-экономических условиях. Таким образом, речь идет об управлении системами, состоящими из двух подсистем: социально-экономической (включая технологии) и природной. Стремясь зафиксировать их присутствие в системах высшего уровня, мы используем далее термин «социоэкосистемы», предложенный Реймерсом [9], хотя не уверены, что он удачен. Социально-экономические и природные яодсистемы построены и функционируют по разным законам (разные уровни организации материи), что требует привлечения к решению задач управления, наряду с биологами и экологами специалистов соответствующего профиля (экономистов, юристов, психологов, социологов, педагогов и т. п.). Как справедливо отмечается в одном из документов, посвященных разработке глобальной стратегии сохранения биоразнообразия [13], неэффективность многих прежних попыток сохранения живой природы объясняется тем, что природоохранное движение возглавлялось только биологами и экологами, в то время как корни проблемы лежат в социально-экономических системах.

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

Иерархическая организация структурных уровней материи определяет необходимость рассмотрения задач управления на разных уровнях. Можно выделить иерархии биологических и социально-экономических систем, высшие уровни которых представлены соответствующими глобальными системами (биосфера, мировое сообщество или мировая экономика). Что касается иерархии биосистем, то необходимость разработки стратегии по биоразнообразию на основе системного подхода, т. е. с учетом взаимосвязи параметров биоразнообразия в системах разного иерархического уровня очевидна. Анализ теоретических моделей показывает, что оптимальный уровень разнообразия в биосистемах определяется как степенью стабильности среды, так и характеристиками их подсистем, т. е. систем низших иерархических уровней [1, 2]. Например, для понимания механизмов формирования видового разнообразия в биоценозе необходимо учитывать внутривидовое разнообразие входящих в него видов. Фундаментальные исследования феномена биоразнообразия должны охватывать все уровни организации биосистем (разнообразие внутри любой биосистемы можно определить как разнообразие ее элементов, т. е. биосистем предыдущего иерархического уровня), но в рамках конкретных задач охраны природы имеет смысл рассматривать проблему на популяционно-видовом уровне (генетическое и фенотипическое разнообразие в популяциях и видах, разнообразие локальных и географических популяций в пределах вида), биоценозическом и биосферном уровнях (видовое разнообразие и разнообразие типов сообществ и экосистем). Такой подход нуждается в иерархической системе параметров биоразнообразия [14].

Социально-экономические структуры имеют свою иерархию, которая на высших уровнях выражается в системах административного и государственного территориального деления и в существовании локального, регионального, национального и глобального уровней управления. Значительной проблемой является то, что пространственная структура природных и социально-экономических систем не совпадает. Все планирование ведется в рамках схемы административного деления, не

учитывающей границ природных систем. Один из путей решения этой проблемы — выделение в качестве объектов планирования и управления «биорегионов», комбинирующих в себе природные и социально-экономические системы [12]. Очевидно, что в идеале это должны быть социоэкосистемы (т. е. более или менее целостные системы, включающие природные и социально-экономические составляющие).

Иерархическая организация объектов управления — источник еще одной группы проблем, возникающих из-за различия целей систем на разных иерархических уровнях. В нашей жизни это наиболее отчетливо проявляется в несовпадении целей природоохранной политики на локальном, региональном, национальном и глобальном уровнях. Отражение иерархической природы объектов в формализованной структуре моделей позволяет решать эту проблему известными методами анализа сложных оптимизационных задач [5, 7].

ЦЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ — ОПТИМИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ

Задача управления социоэкосистемами может быть сформулирована как задача их оптимизации. Идея оптимизации взаимодействия человека и природы имеет длинную историю. Не останавливаясь на ней, подчеркнем, что сегодня, в условиях экологического кризиса такая постановка вопроса стала единственно возможной. В документах по глобальной и национальным стратегиям сохранения биоразнообразия (см. [12, 13, 15, 17]) содержатся положения, соответствующие идее оптимизации взаимодействия человека и живой природы: например, сохранение биоразнообразия — это капиталовложение, а не цена; стоимость биоразнообразия должна быть отражена в системе подсчета национального дохода; сохранение биоразнообразия должно быть приоритетной целью национальной политики. Таким образом, четкая постановка задачи оптимизации социоэкосистем и разработка на этой основе стратегии сохранения, восстановления и устойчивого использования биоразнообразия сегодня крайне актуальны.

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ И ЦЕЛИ СИСТЕМ

С момента возникновения человека социально-экономические и природные системы взаимодействуют, развиваясь каждая по своим собственным законам, на основе фундаментальных экстремальных принципов. Каждая система стремится в ходе своего развития экстремизировать (максимизировать или минимизировать) те или иные свои характеристики, называемые критериями эффективности. Можно ожидать, что у биологических и социальных систем критериями эффективности служат некие интегральные жизненно важные характеристики, например затраты ресурсов, эффективность (отношение затрат к прибыли), интенсивность потоков ресурса через систему, устойчивость и т. п. Цель¹ развития этих систем — достижение ими экстремума своих критериев эффективности. Подчеркнем, что, говоря о цели системы, мы вовсе не предполагаем ее разумности, а лишь учитываем, что ее развитие происходит на основе экстремальных принципов. В ходе своего развития система стремится установить значения своих параметров такими, чтобы цель была достигнута. Искусственное ограничение возможностей системы в выборе значений своих параметров ведет к снижению ее жизнеспособности, различным проявлениям разбалансировки, кризисам и т. п.

Выявление целей социальных и природных подсистем, рассматриваемых в качестве

¹ В теории оптимального управления целью системы называется достижение ею экстремальных значений критериев эффективности. Оптимизация — выбор значений параметров управляющих воздействий, наилучших по критериям эффективности системы.

объектов управления,— фундаментальная научная проблема. Приведем примеры формулировок целей природных биосистем: максимальная продуктивность или скорость накопления вещества, энергии, информации в системе (как критерий цели для самих биосистем маловероятна, но часто является целью управления со стороны человека); максимальная интенсивность потоков энергии, вещества, информации через систему (в ходе эволюции может происходить смена максимизируемых потоков, например возрастание роли информационного потока); максимальная стабильность системы (минимальные колебания ее параметров во времени) маловероятна как эволюционная цель биосистем, так как противоречит идеям адаптации и эволюции², но может в некоторых случаях рассматриваться как одна из целей управления биосистемами со стороны человека; максимальная устойчивость систем в ходе их индивидуального и эволюционного развития, т. е. максимальная вероятность реализации программы индивидуального развития и минимальная вероятности вымирания в ходе эволюции; минимальное производство энтропии, что для живых систем может быть проинтерпретировано как минимальная скорость отмирания их биомассы и соотнесено с традиционно измеряемыми параметрами экосистем, погугляций и организмов [6].

В качестве обычных примеров целей социально-экономических подсистем можно привести максимально высокое качество жизни для населения и максимальную прибыль для экономических структур (фирм, заводов и т. п.).

При решении задач оптимизации сложных систем, к которым относятся все биологические и социальные системы, учитываются, как правило, несколько критериев их эффективности (системы как бы стремятся одновременно достигнуть нескольких целей). Один из возможных подходов к решению многокритериальных задач оптимизации — скаляризация критериев, т. е. их математическое или логическое объединение в одном критерии [4].

ОПТИМАЛЬНЫЕ И КРИТИЧЕСКИЕ УРОВНИ РАЗНООБРАЗИЯ

Разнообразие можно рассматривать, как важнейший параметр биосистем, связанный с их жизненно важными характеристиками, являющимися критериями эффективности и экстремизируемыми в ходе их развития (устойчивость, производство энтропии и т. п.). Экстремальное (максимальное или минимальное) значение критерия эффективности биосистемы G^* (рис. 1) достигается при оптимальном уровне разнообразия D^* . Иными словами, биосистема достигает своей цели при оптимальном уровне разнообразия. Снижение или увеличение разнообразия по сравнению с его оптимальным значением ведет к снижению эффективности, устойчивости или других жизненно важных характеристик биосистемы.

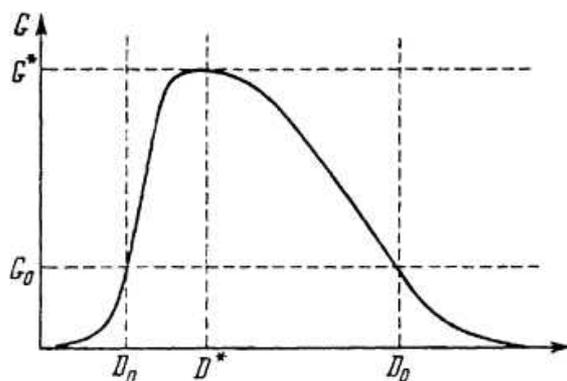


Рис. 1. Зависимость между разнообразием элементов (D) и критерием эффективности системы G .

Значения критерия эффективности:

G^* — максимальное,

G_0 — критическое (при $G < G_0$ система не существует).

Разнообразии элементов системы:

D^* — оптимальное,

D_0 — критическое

² (Колебания параметров систем низших уровней можно рассматривать как источник материала для эволюционных изменений систем верхнего уровня. Не исключено, что колебания параметров биосистем служат одним из механизмов, который поддерживает определенный (быть может, близкий к оптимальному) уровень разнообразия в них.)

Критические или допустимые уровни разнообразия определяются той же зависимостью между критерием эффективности системы и ее разнообразием. Очевидно, что существуют такие значения критерия эффективности, при которых система перестает существовать, например минимальные значения устойчивости или энергетической эффективности системы G_0 . Эти критические значения соответствуют уровням разнообразия системы (D_0), которые и являются предельно допустимыми, или критическими, уровнями.

Возможность существования оптимальных значений разнообразия в биосистемах популяционного и биоценотического уровней показана на эмпирических данных и результатах моделирования биоразнообразия [1—3, 16]. Представление о критических уровнях разнообразия — сегодня один из теоретических принципов охраны живой природы (концепции минимальной численности популяции, критических уровней генетического разнообразия в популяциях, минимальной площади экосистем и т. п.).

ИГНОРИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕКОМ ЦЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ — ОДНА ИЗ ПРИЧИН ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА

Источники антропогенных экологических кризисов (локальных кризисов прошлого и современного глобального кризиса) можно усмотреть в том, что социально-экономические подсистемы в своем развитии ориентируются исключительно на достижение своих собственных целей, игнорируя цели природных систем, и в этом конфликте технологическая мощь современного человека ведет к деградации и разрушению природных систем. Не будем останавливаться на очевидных случаях безоглядного хищнического уничтожения природных экосистем и видов животных для достижения сиюминутной прибыли. Даже в тех случаях, когда ставится задача рационального использования биоресурсов, человек в сущности продолжает оставаться на тех же позициях, стремясь к достижению только своих целей. Использование методов математического моделирования и компьютеров не уничтожает эту проблему, поскольку решение следует искать не в применении тех или иных инструментов (компьютеров и моделей), а в ее принципиальной формулировке и постановке задачи моделирования. Сегодня в большинстве случаев задача управления экономически южными биоресурсами ставится как максимизация стабильно изымаемой продукции (максимизация продуктивности). В крайних случаях такая стратегия вырождается в практику монокультур в лесоводстве, создания специализированных («на кабана», «на оленя») охотничьих хозяйств и т. п., т. е. к упрощению структуры природных систем (в предельном варианте — к замене природных систем агросистемами). Реализация этой стратегии в отношении природных популяций приводит к изменению их генетической структуры [3].

В целом задача повышения продуктивности не соответствует собственным целям эксплуатируемых биосистем. Если цель биосистем — минимизация производства энтропии (что с теоретических позиций выглядит вполне вероятным), то стратегию максимизации их продуктивности придется признать противоположной внутренней цели биосистем. Антропогенные трансформации природных систем, выражающиеся в повышении их продуктивности при одновременном сокращении общей биомассы и упрощении структуры, противоположны естественным тенденциям развития экосистем [6].

Игнорирование целей природных систем ведет к тому, что их реакция на управляющие воздействия в течение больших временных интервалов не совпадает с предсказанной: после некоторого периода повышения продуктивности начинает проявляться дестабилизация системы (обратная сторона повышения продуктивности и сокращения внутреннего разнообразия), требующей все больших усилий извне для своего сохранения.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОЙ ПРИРОДЫ — УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ (СОЦИОЭКОСИСТЕМАМИ)

Цели социально-экономических и природных систем, хотя и различны, но не антагонистичны (человек не стремится специально уничтожить природу, природа не стремится уничтожить человека), и это дает потенциальную возможность бескризисного развития социоэкосистем в случае взаимного ограничения стремления обеих подсистем к собственным целям. Преодоление современного экологического кризиса возможно на основе осознания необходимости оптимального управления системами верхнего уровня (социоэкосистемами), включающими в себя социально-экономические и природные подсистемы «на равных правах». В национальном масштабе инструментом реализации стратегии оптимизации системы верхнего уровня служит государственная политика в области охраны окружающей среды. Очевидно, что социально-экономические системы низших уровней (отдельные заводы, фирмы, население) будут стремиться к достижению собственных целей³. Игнорирование целей как социально-экономических, так и природных подсистем ведет к усугублению кризиса и деградации системы в целом. Задача управляющей системы верхнего уровня заключается в выборе оптимальных для достижения ее цели решений с учетом целей подчиненных подсистем и установлении баланса между ними.



Сложная совокупность социально-экономических и природных подсистем в агрегированном виде может быть представлена как иерархическая двухуровневая структура. На нижнем уровне находятся социально-экономическая и природная подсистемы, каждая из которых развивается по собственным законам и имеет собственные цели, верхний уровень — социоэкосистема. Нижний уровень может быть представлен оптимизационными моделями социально-экономической и природной подсистем. Подсистемы нижнего уровня взаимодействуют друг с другом через верхний уровень, стремясь к своим целям» и не учитывают целей другой подсистемы. Задача управления — оптимизация всей системы в целом (очевидно, что осмысленные действия в этом направлении могут производиться частью социальной подсистемы, которая осознала необходимость этого).

Поясним сказанное на простейшем примере. Рассмотрим локальную систему завод — население — природа. Предположим, что цель завода — получение максимальной прибыли, цель населения — максимально высокое качество жизни, а цель природных систем нам пока неизвестна. Какова должна быть оптимальная мощность завода? Решив задачу оптимизации внутри социально-экономической подсистемы и определив значение мощности завода P_1 , обеспечивающее максимально высокие доходы для населения (рис. 2а), администрация района стала наращивать мощность предприятия до этого уровня. При этом реакция природных систем не была учтена (рис. 2, б). Вначале качество жизни населения росло, но затем загрязнение среды и разрушение природных систем на обширных территориях вокруг завода определили его быстрое снижение (рис. 3). Что же произошло? Реакция природных систем на антропогенное воздействие выразилась в изменении их характеристик. Можно сказать, что экосистемы начали приспосабливаться к новым условиям, стремясь к новым оптимальным значениям

³ Уже беглое сравнение мощности общественных природоохранных движений в разных странах показывает, что с повышением уровня жизни на первое место в иерархии ценностей людей начинают выходить цели сохранения природы.

своих параметров (в частности, сокращалось видовое разнообразие, что можно трактовать как оптимальную реакцию экологических сообществ на резкие изменения среды). При ухудшении параметров природной среды положение точки максимума в зависимости качество жизни населения — мощность завода изменилось. Решение оптимизационной задачи для системы верхнего уровня (социоэкосистемы), учитывающее эмпирически выявленную реакцию природных систем на рост мощности завода показало (см. рис. 3), что в действительности оптимальной является мощность завода P^* в 2 раза меньшая P_1 . Ошибочное первоначальное решение, принятое с точки зрения оптимизации только социально-экономической системы и не учитывавшее природные подсистемы, привело к огромным затратам средств на необоснованное расширение завода и на последующее восстановление природной среды.

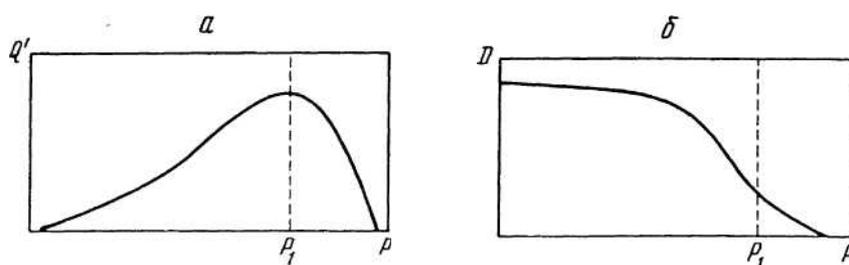


Рис. 2. Зависимость параметров социально-экономической и природной подсистем от мощности завода, *a* — зависимость качества жизни населения (Q') от мощности завода (P) без учета изменений в природной подсистеме; *b* — зависимость качества природной среды (D) от мощности завода. P_1 — оптимальная мощность завода без учета реакции природных систем

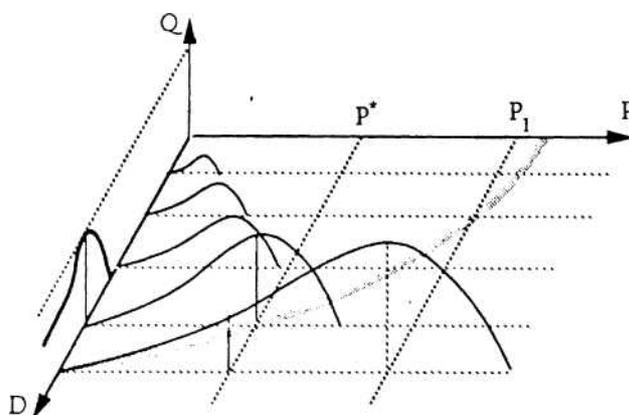


Рис. 3. Модификация зависимости качества жизни населения (Q) от мощности завода (P) при изменении характеристик природной среды региона. P^* — оптимальная мощность завода с учетом реакции природных систем. P_1 — то же без учета реакции природных систем, D — качество природной среды, включая биоразнообразие

Для постановки задачи оптимизации взаимодействия человека и живой природы (оптимизации социоэкосистем) необходимо знать: собственные цели управляемых природных и социально-экономических подсистем (характеристики, которые они стремятся экстремизировать в ходе своего развития) и параметры, с помощью которых они достигают своих целей (для биосистем один из важнейших параметров — их разнообразие); зависимости между критериями эффективности систем и их наблюдаемыми параметрами, включая определение оптимальных и критических значений (в том числе значений разнообразия).

СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОГО ЗНАНИЯ

Создание комплекса корректных оптимизационных моделей социоэкосистем, поддерживающего процесс принятия решений требует серьезных специальных исследований. Неотложность задач по сохранению биологического разнообразия не

позволяет ждать этого. В условиях неполного знания об управляемых подсистемах принятие решений по сохранению биоразнообразия может осуществляться на основе метода экспертной оценки. Для этого необходимо сформулировать принципы управления, включающие: цели управления биоразнообразием на современном этапе; систему критериев для установления приоритетов в распределении усилий между объектами управления внутри природной подсистемы (объекты управления: популяции, виды, сообщества, а также территории, на которых они обитают); принципы принятия решений на верхнем уровне, т. е. принципы установления баланса между целями социально-экономического развития и требованиями сохранения природных систем.

ЦЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЕМ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

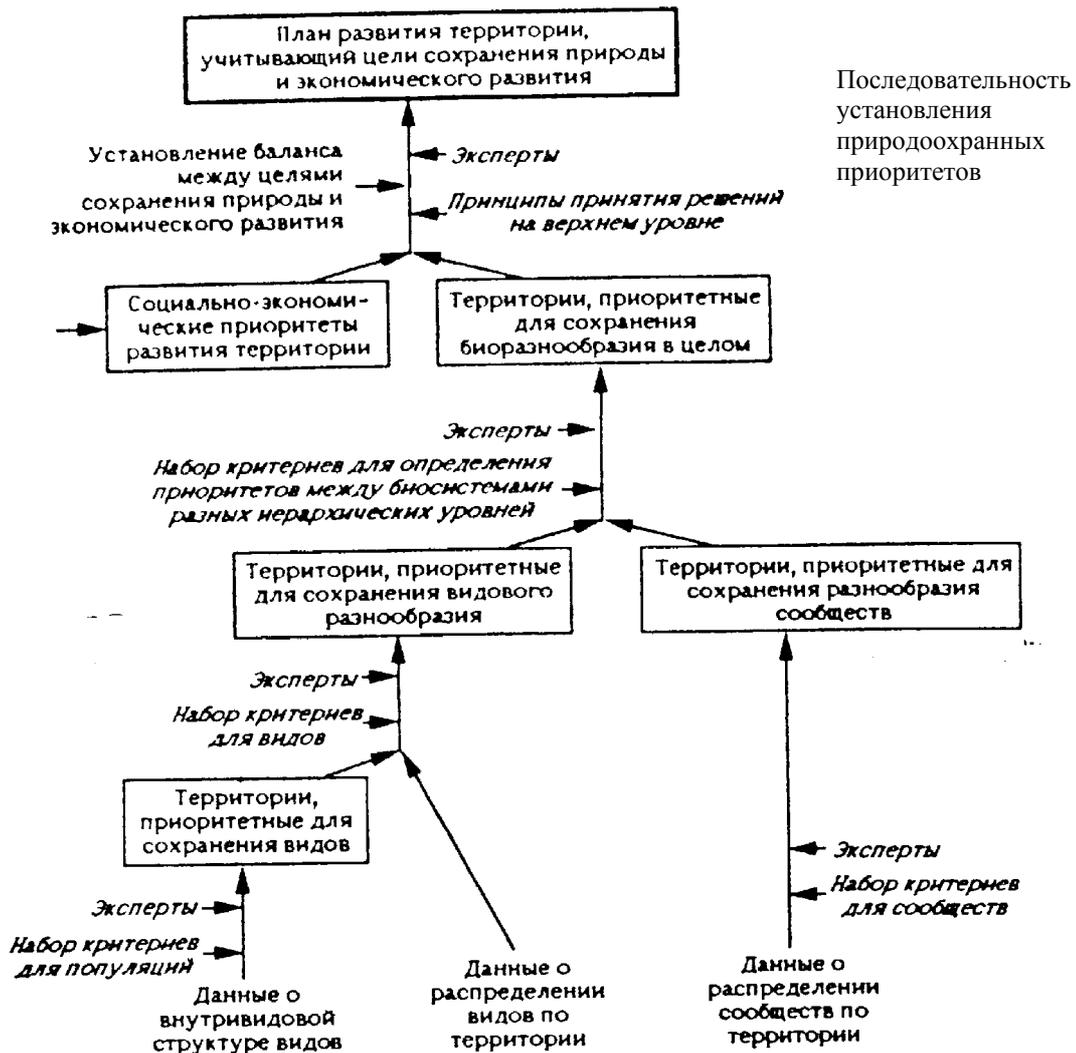
Формулировка целей управления биоразнообразием на современном этапе необходима для разработки достаточно полной и внутренне непротиворечивой системы критериев для определения природоохранного статуса природных систем. Некоторые варианты формулировки целей управления биоразнообразием показаны ниже.

<i>Варианты формулировки целей</i>	<i>Необходимые знания</i>
Минимизация изменений существующих в настоящее время уровней биоразнообразия (для нарушенных систем означает их консервацию в современном состоянии)	Относительная важность разных биосистем для сохранения биоразнообразия в целом
Сохранение или восстановление «естественных» уровней биоразнообразия, свойственных ненарушенным природным системам (огромную роль играют особо охраняемые природные территории как эталоны систем)	Характеристики биоразнообразия ненарушенных природных систем
Сохранение или восстановление уровней разнообразия выше критических, необходимых для сохранения биосистем	Критические значения биоразнообразия
Сохранение или восстановление оптимальных уровней биоразнообразия	Оптимальные значения биоразнообразия

Последние два варианта формулировки целей предполагают решение проблемы на теоретическом уровне, вскрытие связи параметров биоразнообразия с функциональными характеристиками биосистем, определение оптимальных и критических значений разнообразия в биосистемах. Это требует серьезных дополнительных исследований, но дает возможность для объективного установления приоритетов. Поскольку сегодня наши знания о критических и оптимальных уровнях разнообразия в биосистемах крайне скудны, следует признать, что такие цели управления могут быть поставлены только в очень ограниченном числе случаев. Более реальны на современном этапе первые два варианта формулировки целей, основывающиеся лишь на измерении уровней разнообразия в биосистемах. В этом случае отсутствие количественных критериев для установления природоохранных приоритетов между разными биосистемами предполагает использование метода экспертной оценки.

СИСТЕМА КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ ПРИОРИТЕТОВ

Как отмечалось выше, иерархическая организация структурных уровней ивой материи определяет необходимость комплексного рассмотрения разнообразия в биосистемах разных уровней. Сегодня этот принцип на практике реализуется путем сбора и анализа данных о распределении по территории и состоянию видов и популяций живых организмов, а также природных сообществ (например, в действующих информационных системах по биоразнообразию в США, Германии и других странах).



Система критериев для определения приоритетов также должна быть иерархичной и включать наборы критериев для оценки популяций, видов (вариант системы критериев для оценки видов рыб — см. [8]), сообществ, а также критерии для сравнения биосистем разных уровней (например, что важнее: сохранение редкого вида или редкого в данном регионе природного сообщества?). Процедура установления приоритетов охраны поэтапна: 1) установление приоритетов внутри каждого из иерархических уровней (между видами животных, между сообществами и т. п); 2) установление приоритетов между объектами разных уровней (схема).

Процедура установления приоритетов биосистем по многим критериям может быть осуществлена после присвоения критериям коэффициентов относительной важности (например, какой видовой критерий более важен для сохранения биоразнообразия в

целом: «значение вида для сохранения генофонда более крупных таксонов» или «размер ареала»).

Конкретный набор критериев, а также принципы определения по ним природоохранных приоритетов природных систем и территорий определяются поставленной целью управления биоразнообразием. Определение природоохранных приоритетов различных биосистем и территорий, где они существуют,— основа для принятия решений о распределении средств и усилий в целях максимального сохранения биоразнообразия или восстановления его «естественного» уровня. Однако на этом последнем этапе, кроме относительной ценности биосистем для сохранения биоразнообразия в целом, надо учитывать еще один фактор: минимальное усилие (финансирование, охраняемая площадь и т. д.), необходимое для достижения цели управления. Выделение меньших средств не даст никакого эффекта.

ЦЕЛЬ СИСТЕМЫ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ И ПРИНЦИПЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ВЕРХНЕМ УРОВНЕ

С формальной точки зрения постановка задачи оптимизации социоэкосистем должна базироваться на знании их целей. Какие параметры социоэкосистем экстремизируются в ходе их развития (качество жизни населения, их устойчивость?) и вообще, правомерно ли определение целей развития социоэкосистем каким-либо персональным или групповым решением? Ответы на эти вопросы лежат далеко за рамками биологии, требуя социологических, этических и общеполитических подходов (хотя, очевидно, биологические знания тут также необходимы, поскольку в состав социоэкосистем входят биологические подсистемы). Решение вопроса о целях социоэкосистем определяет в конечном счете принципы принятия решений на верхнем уровне и установления баланса между социально-экономическими и природоохранными требованиями.

В качестве основы для принятия решений на верхнем уровне может быть предложен **принцип приоритета экологических требований**, заставляющий отдавать предпочтение требованиям сохранения природной среды перед требованиями экономического роста (близкие по смыслу принципы — принцип биосферизма, экологический императив, экологический диктат, квазирелигиозное отношение к природе). К сожалению, сегодня этот принцип не сформулирован достаточно точно, чтобы его можно было действительно использовать для принятия решений, он может служить лишь их этической основой.

В качестве измеримого параметра, соответствующего цели социоэкосистем регионального уровня, предлагается использовать качество жизни населения. Этот показатель интегрирует ряд характеристик как социальных, так и природных подсистем региона (например, обеспеченность населения жилой площадью, чистоту воды и воздуха или площадь рекреационной зоны). Этот комплекс критериев оценивается экспертно в рамках стереотипов общества [6]. Увеличение в нем веса экологических параметров возможно как результат изменения общественного сознания. Недаром в большинстве документов последних лет по стратегии сохранения природы большое внимание уделяется работе с общественными организациями, формированию общественного мнения. В качестве важнейших задач называются внедрение в массовую культуру представлений о ценности биоразнообразия для людей, создание системы стимулов для сохранения биоразнообразия местным населением. Возможно, это наиболее эффективный путь изменения целей управления социоэкосистемами с учетом целей не только социальных, но и природных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алещенко Г.М., Букварева Е.Н.//Успехи совр. биологии. 1991. Т. 111. № 6. С. 803.
2. Алещенко Г.М., Букварева Е.Н.//Журн. общ. биологии. 1991. Т. 52. № 4. С. 499.
3. Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях. М.: Наука, 1989. 328 с.
4. Гермейер Ю.Б. Исследование операций. М.: Наука, 1969. 384 с.
5. Гусев В.Б., Драчев Я.Н., Зуев Г.М., Куликов А.А, Марков Ю.И. Методы определения оптимального управления в иерархических структурах: Препринт. М.: Ин-т автоматике и телемеханики. 1974. 76 с.
6. Красилов В.А. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. М.: Ин-т охраны природы и заповедного дела, 1992. 173 с.
7. Месарович М., Мак Д., Какахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973. 278 с.
8. Павлов Д.С.//Вопр. ихтиологии. 1992. Т. 32. № 5. С. 3.
9. Реймерс И.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль. 1990. 637 с.
10. Conserving biodiversity: a research agenda for development agencies. Washington: Nat. Acad. press, 1992. 279 p.
11. Convention on biological diversity//Биод. Internat. 1992. № 25. P. 22.
12. Global biodiversity strategy. Policy-makers' guide. World Res. Inst., IUCN, UNEP, 1992. 35 p.
13. McNeely J.A., Miller K.R., Reid W.V., Mittermeier R. Conserving the world's biological diversity: a primer on principles and practice for development action. Gland: World Res. Inst. World Wildlife Fund, 1989. 106 p.
14. Noss R. F.//Conservat. Biot. 1990. V. 4. № 4. P. 355.
15. Reid W.V., Miller K.R. Keeping options alive. The scientific basis for conserving biodiversity. World Res. Inst., 1989. 197 p.
16. Roughgarden J.//Amer. Naturalist. 1972. V. 106. № 952. P. 683.
17. Technologies to maintain biological diversity. Washington: U.S.Gov. print. office, 1987. 330 p.