

**ИННОВАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ:
ОРГАНИЗАЦИОННО-
НОРМАТИВНЫЕ ПРИНЦИПЫ
СНИЖЕНИЯ ТЕХНОГЕННОГО
РИСКА**

В.П.Соловьев, Л.В.Галенко
ЦИПИН НАН Украины
г. Киев, бульвар Т. Шевченко, 60
E-mail: steps@carrier.kiev.ua

Провозглашенная Президентом Украины инновационная модель развития экономической системы страны предусматривает, уже в ближайшем десятилетии, вхождение Украины в число технологически развитых стран. В связи с этим возникают новые требования организационного характера, которые призваны минимизировать техногенные риски внедрения новых технологий, снизить их негативное влияние на окружающую среду.

Как свидетельствует международный опыт, проводить эффективную политику "экологически щадящего" развития в государстве довольно сложно даже в условиях процветающей экономики. Тем более сложной выглядит эта проблема в Украине, обновленном государстве, которое переживает унаследованный глубокий системный кризис и вынуждено одновременно решать множество проблем: экономических, социальных, экологических. К сожалению, в современной экономической системе Украины предприятия, которые активно внедряют высокотехнологичные нововведения, имеют незначительный удельный вес в общем производственном балансе. Это в значительной мере объясняется тем, что

Украина наследует концепцию научно - технического прогресса бывшего СССР, где, на словах, развитию науки и техники уделялось на государственном уровне большое внимания, однако, проблемы оптимизации структуры производственного комплекса, согласования динамики развития отдельных отраслей экономики считали второстепенными вопросами. И сегодня, на словах отдается должное роли научно-технического потенциала для развития производительных сил современной Украины. Однако до сих пор не преодолен основной недостаток системы взаимодействия науки и производства, состоящий в том, что нововведения отделены от насущных потребностей производства, что постоянно приводит к возникновению проблем и противоречий внедрения конкретных научно-технических результатов на конкретных предприятиях.

Этот недостаток производственного комплекса в СССР приводил к большому перерасходу ресурсов, который сопровождался непрерывным ухудшением состояния окружающей среды. При этом, перспективные планы развития производства слабо учитывали факторы обеспечения экологической безопасности. Пренебрежительно относились на государственном уровне и к созданию системы осознанного выбора для внедрения тех технологий и процессов, которые оказывают наименьшее давление на окружающую природную среду. В результате, нынешняя кризисная экологическая ситуация в Украине несет в себе отпечаток длительного периода пренебрежения объективными законами развития и

воссоздания природно-ресурсного комплекса. В экономике СССР происходили такие структурные деформации народного хозяйства, в результате которых в Украине сырьевые и добывающие, т.е. наиболее экологически опасные отрасли промышленности, развивались не пропорционально интенсивно.

В результате, сегодняшней экономике Украины присущ высокий удельный вес ресурсоемких и энергоемких технологий, которые и сейчас продолжают внедряться и распространяться наиболее "дешевым" способом - без строительства необходимых очистных сооружений. Это оказывается возможным, в частности, из-за отсутствия эффективно действующих правовых, административных и экономических механизмов природопользования и неучета общепризнанных в мире требований к охране окружающей среды.

Главными факторами негативного техногенного давления сегодня являются:

- затяжные процессы внедрения новых технологий производства и современного оборудования;
- высокая энергоемкость и материалоемкость технологий и промышленного оборудования, превышающая в два - три раза соответствующие показатели развитых стран;
- высокий уровень концентрации промышленных объектов в отдельных регионах;
- неблагоприятная структура промышленных предприятий с высокой концентрацией экологически опасных производств;
- острый недостаток природоохранных систем надлежащего ка-

чества (очистительных сооружений, оборотных систем водообеспечения и др.), низкий уровень эксплуатации существующих природоохранных объектов;

- отсутствие надлежащего правового и экономического механизмов, которые стимулировали бы развитие экологически безопасных технологий и природоохранных систем;
- отсутствие надлежащего контроля за охраной окружающей среды.

Известно, что развитие промышленности в современных условиях должно происходить на базе внедрения наукоемких технологий, обеспечивающих в первую очередь комплексное использование сырья, энергоресурсов и комплектующих. Важную роль играет активная разработка и внедрение передовых малоотходных и безотходных ресурсосберегающих технологий.

Государственная политика в сфере технологического развития, как и в любой другой сфере экономики должна базироваться на стабильной системе законодательства, актов, нормативов. Причем в переходный период эта система должна быть особенно эластичной, т.е. быстро реагировать на изменения окружающих компонентов производства, приспосабливаться к изменениям параметров окружающей среды. Реализация этих требований является очень эффективным средством преодоления экологического кризиса и обеспечения природоохранной функции государства.

Основные направления реализации этой функции должны воплощаться при помощи системы экологического права. Правовой механизм

должен обладать четкой целенаправленностью, формальной определенностью, обязательностью для всех субъектов производственной деятельности, содействовать урегулированию "экологических" отношений между ними, в том числе, путем применения превентивных, оперативных, стимулирующих и принудительных мер как к юридическим, так и к физическим лицам относительно использования ими природных ресурсов и их отходов. За нарушение экологического законодательства должна наступать обязательная юридическая ответственность.

Изучение, анализ и обобщение практики применения законодательства об охране окружающей природной среды позволяет утверждать, что внедрение новых технологий должно сопровождаться проведением мероприятий в двух направлениях :

- составление и утверждение экологических нормативов природопользования (в отношении недр, грунтов, воды, воздуха, растительности и т. п.);

- составление и утверждение комплекса эколого-экономических показателей государственного контроля за состоянием окружающей среды и деятельностью хозяйственных структур.

Государственное регулирование в этой сфере не может существовать без эффективной системы надзора за состоянием среды, т.е. без системы постоянно действующего мониторинга. Экологический мониторинг окружающей среды является современной формой реализации процессов экологической деятельности при помощи средств информатики и обеспечивает

регулярную оценку и прогнозирование состояния среды жизнедеятельности общества и условий функционирования экосистем для принятия управленческих решений относительно обеспечения экологической безопасности, сохранения природной среды и рационального природопользования. Создание и функционирование Государственной системы экологического мониторинга окружающей среды должно содействовать осуществлению государственной экологической политики, которая предусматривает :

- экологически рациональное использование естественного и социально-экономического потенциала государства, сохранение благоприятной среды жизнедеятельности общества;

- социально-экологическое и экономически рациональное разрешение проблем, которые возникают в результате загрязнения окружающей среды, опасных естественных явлений, техногенных аварий и катастроф;

- развитие международного сотрудничества в отношении сохранения биоразнообразия природы, охраны озонового слоя атмосферы, предотвращения антропогенных изменений климата, защиты лесов и лесовосстановления, трансграничных загрязнений окружающей среды, восстановления естественного состояния Днепра, Дуная, Черного и Азовского морей.

Государственная система экологического мониторинга окружающей среды является интегрированной информационной системой, которая осуществляет сбор, сохранение и обработку эко-

логической информации для ведомственной и комплексной оценки и прогноза состояния природных сред, биоты и условий жизнедеятельности, выработки обоснованных рекомендаций для принятия эффективных социальных, экономических и экологических решений на всех уровнях государственной исполнительной власти, усовершенствования соответствующих законодательных актов, а также выполнения обязательств Украины по международным экологическим соглашениям, программам, проектам и мероприятиям.

Экологический мониторинг окружающей среды осуществляется в соответствии с долгосрочной Государственной программой, которая определяет общие, согласованные по целям, заданиям, территориям и объектам, а иногда и по средствам выполнения, действия ведомственных органов государственной исполнительной власти, предприятий, организаций и учреждений независимо от форм собственности.

Решение проблем техногенно-экологической безопасности требует:

- осуществления перестройки техногенной среды, технического перевооружения производственного комплекса на основании внедрения новейших научных достижений, энерго- и ресурсосберегающих технологий, безотходных и экологически безопасных технологических процессов, применения восстанавливаемых источников энергии, решения проблем обезвреживания и использования всех видов отходов;

- налаживание эффективного экологического контроля за научно-исследовательскими работами по соз-

данию объектов искусственного происхождения, их проектированием, строительством и функционированием с целью управления техногенными нагрузками, рациональным использованием природных ресурсов и размещением производительных сил;

- проведение классификации регионов Украины по уровням техногенно-экологических нагрузок, создание карт техногенно-экологических нагрузок;

- проведение исследований с целью создания системы моделей мониторингового контроля за объектами наблюдений в промышленности, энергетике, строительстве, транспорте и сельском хозяйстве;

- разработка методологии определения степени экологического риска для окружающей среды, обусловленного техногенными объектами;

- поддержка способности национальной экономики к инновационному развитию и эффективному использованию новейших технологий в отрасли охраны окружающей среды.

Внедрение новых технологий нуждается в экологической экспертизе. Объектами экологической экспертизы являются проекты законодательных и других нормативно-правовых актов, предпроектные, проектные материалы, документация по внедрению новой техники, технологий, материалов, веществ, продукции, реализация которых может привести к нарушению экологических нормативов, негативному влиянию на состояние окружающей природной среды, созданию угрозы здоровью людей. Экологическая экспертиза документации по внедрению новой техники и технологии осуществляется путем экспертной

оценки материалов (проектов) их создания и практического их освоения на новых и действующих предприятиях. Документация по внедрению новой техники и технологий подлежит обязательной государственной экологической экспертизе только в том случае, если эти технологии и техника касаются деятельности и объектов, которые представляют повышенную экологическую опасность. Во всех других случаях решения о необходимости проведения государственной экологической экспертизы принимается эколого-экспертными подразделениями органов Минэкобезопасности Украины. В процессе экспертизы обязательно оцениваются только показатели, которые касаются обеспечения охраны окружающей природной среды от загрязнения и рациональности использования природных ресурсов.

Фактор экологической безопасности упоминается в Концепции научно-технологического и инновационного развития Украины, одобренной Верховной Радой Украины 13 июля 1999 г. В частности, научное обеспечение разрешения проблем здоровья человека и экологической безопасности является одним из приоритетных направлений государственной поддержки в сфере научного развития. В сфере технологического развития одним из приоритетов яв-

ляется разработка ресурсо- и энергосберегающих технологий. Концепцией определено, что из необходимости комплексного учета экономических, социальных, экологических, оборонных и других интересов, вытекает неотложная потребность на протяжении короткого срока осуществить комплекс мероприятий, которые будут содействовать повышению качественных характеристик отечественного научно-технического потенциала.

Масштаб и объем оценки влияния инновационной модели экономического развития на окружающую среду определяется объемом изменений в окружающей среде вследствие внедрения новых технологий. Некоторые новые технологии являются безопасными для окружающей среды, и могут приводить к улучшению состояния природной среды (например, новые технологии в отрасли здравоохранения). В таких случаях факторы окружающей среды принимаются во внимания, но отдельная экспертиза влияния на окружающую среду не нужна. Другие технологии могут оказывать негативное влияние на окружающую среду. И поэтому в большинстве случаев экологическая экспертиза является все-таки необходимой.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ ПРОДУКЦИИ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

**Е.М. Игумнова, В.Ю. Набойкин,
С.М. Солодова, И.Е. Тимченко**
Морской гидрофизический институт
НАН Украины

г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: timchenko@stel.sebastopol.ua

Под устойчивым развитием любой эколого-экономической системы понимается процесс достижения целевых установок развития, организованный таким образом, чтобы объективно существующие ресурсы развития выявлялись и использовались рационально по отношению к некоторой системе критериев. Важнейшим среди них является критерий динамического баланса между экономической целесообразностью потребления природных ресурсов и экологической оправданностью вмешательства в естественное состояние природной среды. Этим объясняется значение эколого-экономических систем для управления ресурсами развития.

Любая эколого-экономическая система представляет собой генерализованный баланс между стремлением к максимальной экономической выгоде от использования ресурсов и ограничением возможности получить эту выгоду по причине конкурентного спроса на ресурсы или ввиду экологических, социальных, правовых и прочих ограничений условий производства. Предприятие (или отрасль экономики) потребляет природные ресурсы для производства продукции, реализации ее на рынке и получения прибыли. Стремление произвести как можно больше выгодной для реализации продукции ограничено реально существующим спросом на эту продукцию. Поэтому первая из составляющих общего баланса может быть названа балансом выпуска продукции.

Прибыль предприятия также может рассматриваться как баланс между доходами от реализации продукции и расходами на ее производство. Для контроля за доходами в векторе состояния системы должны присутствовать цена единицы продукции и объем реализации. Чтобы контролировать расходы, в вектор состояния необходимо ввести себестоимость продукции и объем выпуска.

Любое производство не возможно без основных фондов и оборотных средств. С этим обстоятельством связаны еще два баланса в структуре экономической подсистемы. Обычно часть прибыли используется в качестве оборотных средств, а недостающие средства покрываются за счет краткосрочных кредитов и долгосрочного инвестирования. Мы будем считать, что всякий раз, когда затраты превышают доходы, но выпуск продукции целесообразно продолжать, предприятие имеет возможность получить кредит и увеличить свои оборотные средства до необходимых размеров. Последующая прибыль позволит вернуть кредиты и выплатить проценты по ним, если в системе будет обеспечен соответствующий баланс оборотных средств.

Аналогичным образом осуществляется баланс основных фондов. Полагая, что увеличение выпуска продукции должно сопровождаться пропорциональным ростом основных фондов, необходимо предусмотреть сравнение имеющихся и требующихся основных фондов. Если баланс основных фондов станет отрицательным, потребуются дополнительные инвестиции в основные фонды предприятия.

Используя достаточно общий критерий сохранения биоразнообразия окружающей среды, следует ввести в модель природно-хозяйственного комплекса баланс между тенденцией к уменьшению биоразнообразия и к его росту за счет естественной устойчивости при-

родных экосистем и осуществляемых природоохранных мероприятий [1].

Будем считать, что предприятие, потребляющее некоторый природный ресурс, уменьшает его концентрацию пропорционально объему выпуска продукции. Существует предельно допустимая концентрация биоресурса, за которой наступают необратимые изменения естественного биоразнообразия природной среды. В качестве тенденции, препятствующей такому развитию событий, естественно выбрать экономические санкции против предприятия. Этой цели служит ресурсная рента или природоохранный налог на выпуск продукции, сокращающей концентрацию биоресурса. Ресурсная рента призвана регулировать потребление биоресурса и поддерживать баланс биоресурса в природной среде.

Еще один вид экологического баланса связан с загрязнением окружающей среды отходами производства. Тенденции роста концентрации загрязняющих веществ в природной среде противостоят тенденции к естественному самоочищению среды, поддерживаемая природоохранными мероприятиями. Как и в случае с биоресурсом, баланс загрязняющих веществ должен обеспечиваться экономическими санкциями в отношении источников загрязнений. Мы введем еще один вид природоохранного налога на выпуск продукции и будем называть его экологическим штрафом, который обеспечивает баланс загрязняющих веществ ниже предельно допустимого уровня.

Введенные выше балансы формируют структуру эколого-экономической системы (ЭЭС), которую образует предприятие с окружающей его природной средой.

Рассмотрим концептуальную модель эколого-экономической системы, которая является достаточно общей моделью, так как она учитывает основные балансы в экономической и в экологи-

ческой подсистемах [2]. Структура модели изображена на рис. 1. Динамика системы представлена 11 развивающимися процессами X_i , которые образуют ее вектор состояния. Компоненты вектора имеют следующий смысл:

X_1 - спрос на продукцию предприятия, входящего в состав ЭЭС,

X_2 - цена единицы продукции,

X_3 - показатель качества продукции,

X_4 - себестоимость продукции,

X_5 - объем выпуска продукции,

X_6 - кредит оборотных средств, накопленный к текущему моменту времени,

X_7 - инвестиции в основные фонды, требующие возврата кредиторам,

X_8 - имеющиеся основные фонды,

X_9 - необходимые основные фонды,

X_{10} - концентрация загрязнений в природной среде,

X_{11} - концентрация биоресурса в природной среде.

В модели присутствуют также переменные, являющиеся производными функциями от компонент вектора состояния:

H - объем готовой продукции на складе,

S - скорость реализации продукции,

I - норма прибыли,

U - управление выпуском и реализацией продукции,

D - текущие доходы предприятия,

C - текущие затраты предприятия,

A - текущий кредит оборотных средств,

M - проценты по кредиту,

G - текущие инвестиции в основные фонды,

F - проценты по инвестициям,

E - доля экологического штрафа в себестоимости,

R - доля ресурсной ренты в себестоимости,

AD - накопленные доходы,

AC - накопленные расходы,

AI - накопленная прибыль

T - рентабельность,

B_1 - баланс выпуска,

V_2 - баланс оборотных средств,
 V_3 - баланс основных фондов,
 V_4 - баланс загрязняющих веществ,
 V_5 - баланс биоресурса.

Динамические балансы в модели обеспечиваются множеством обратных связей. Так, например, баланс выпуска V_1 регулируется следующим образом. Предположим, что спрос на продукцию предприятия X_1 увеличился. Тогда реализация продукции также увеличится. Это приведет к увеличению выпуска

продукции X_5 , который компенсирует увеличение спроса. В свою очередь, рост выпуска продукции и увеличение реализации S приведут к изменениям баланса выпуска V_1 , баланса оборотных средств V_2 , баланса основных фондов V_3 , баланса загрязнений V_4 и баланса биоресурса V_5 . Каждый из этих балансов связан с экономической ситуацией внутри предприятия и влияет на управление выпуском и реализацией продукции по своей цепи обратной связи.

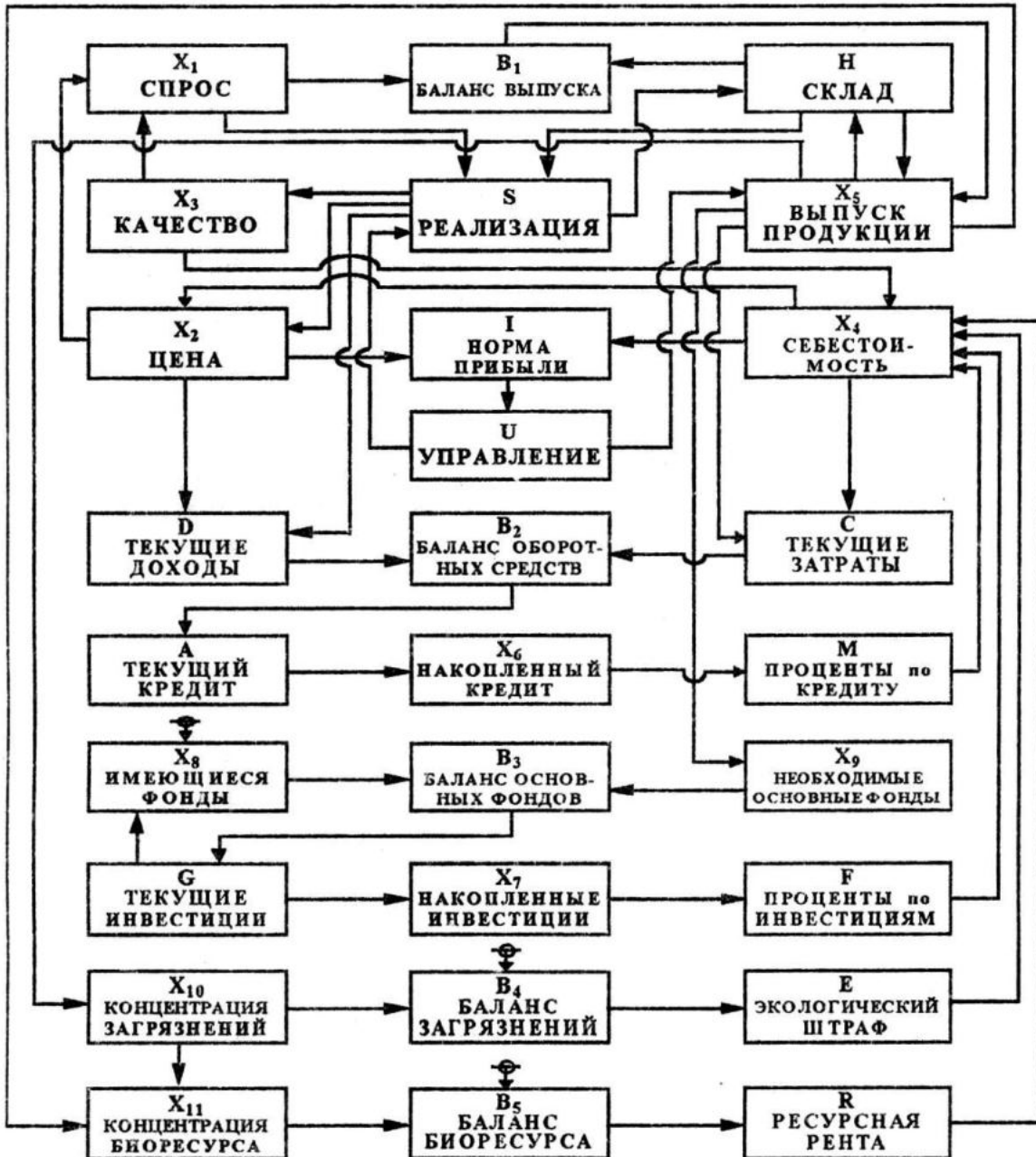


Рис. 1. Концептуальная модель эколого-экономической системы.

Формализация модели. Чтобы представить концептуальную модель в виде системы уравнений, мы воспользуемся АВС – методом с экспоненциальными функциями влияния [2].

Используя положения этого метода, а также диаграмму концептуальной модели системы рис. 1, можно получить следующие динамические уравнения эколого-экономической модели:

$$\begin{aligned}
 X_{1j} &= 2X_{1j}\exp(-a_{11}X_{1j} + a_{21}X_{2j} + a_{31}X_{3j}); \\
 X_{2k} &= 2X_{2j}\exp(-a_{22}X_{2j} + a_{42}X_{4j} + a_{64}S_j); \\
 X_{3k} &= 2X_{3j}\exp(-a_{33}X_{3j} + a_{63}S_j); \\
 X_{4k} &= 2X_{4j}\exp(-a_{44}X_{4j} + a_{64}X_{6j} + a_{74}X_{7j} \\
 &\quad + a_{E4}E_j + a_{R4}R_j + a_{34}X_{3j}); \\
 X_{5k} &= 2X_{5j}\exp(-a_{55}X_{5j} + a_{U5}U_jX_{5j} + a_{B15}B_{1j}); \\
 X_{6k} &= M_{06}X_{6j} + A_j; \\
 X_{7k} &= F_{07}X_{7j} + G_j; \\
 X_{8k} &= 2X_{8j}\exp(-a_{88}X_{8j} + a_{78}X_{7j} \\
 &\quad + a_{08}\exp(-c_{08}nt)); \\
 X_{9k} &= 2X_{9j}\exp(-a_{99}X_{9j} + a_{59}X_{5j}); \\
 X_{10k} &= 2X_{10j}\exp(-a_{1010}X_{10j} + a_{510}X_{5j}); \\
 X_{11k} &= 2X_{11j}\exp(-a_{1111}X_{11j} + a_{511}X_{5j} \\
 &\quad + a_{1011}X_{10j}); \\
 B_{1j} &= IF((X_{1j} - H_j) \leq 0; 0; X_{1j} - H_j); \\
 B_{2j} &= D_j - C_j; \\
 B_{3j} &= X_{8j} - X_{9j}; \\
 B_{4j} &= X_{10}^* - X_{10j}; \\
 B_{5j} &= X_{11}^* - X_{11j}; \\
 S &= IF(I > 0; IF(X_1 \leq H; X_1; H); 0); \\
 A &= IF(B_2 > 0; 0; B_2); \\
 G &= IF(B_3 > 0; 0; B_3); \\
 E &= IF(B_4 > 0; 0; -B_4); \\
 R &= IF(B_5 > 0; \tau_0 X_5; \tau_1 X_5); \\
 H_k &= H_j + X_{5k} - S_k; \\
 I_k &= X_{2k} - X_{4k}; \\
 D_k &= X_{2k}S_k; \\
 C_k &= X_{4k}X_{5k}; \\
 AD_k &= AD_j + S_kX_{2k}; \\
 AC_k &= AC_j + X_{4k}X_{5k}; \\
 T_k &= AD_k / AC_k - 1.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Для прогноза процессов в системе необходимо задать начальные значения компонент вектора состояния X^0_1, \dots, X^0_{11} , а также определить все входящие в модель коэффициенты функций влияния.

Заметим, что блок «U - управление» в модели (см. рис. 1) осуществляет принятие решений по изменению объемов выпуска и реализации продукции. В проведенных расчетах было использовано простое решение: если норма прибыли становится отрицательной, реализация продукции прекращается, а ее выпуск ограничивается. Такая ситуация, как будет показано ниже, может быть связана с экологическими ограничениями на потребление ресурсов и загрязнение окружающей среды. Для ограничения выпуска в уравнении для X_5 был применен переменный коэффициент в соответствующей функции влияния: $(a_{55} + a_{U5}U)X_5$.

В проведенных экспериментах оценивалось влияние вариаций себестоимости производства продукции, обусловленных изменением ставок налогов или размеров экономических санкций, применяемых к предприятию. С этой целью была имитирована временная изменчивость себестоимости x_4 . Заданный сценарий изменения включал в себя этап роста себестоимости на начальном периоде моделирования с 0 по 15 шаг и последующее уменьшение ее на этапе с 15 по 50 шаг (см. рис. 2).

Как следует из рисунка, в период с 10 по 25 шаг по времени себестоимость производства превышала рыночную цену продукции. Функция управления U ограничивала выпуск продукции в этот период, баланс оборотных средств стал отрицательным и предприятие было вынуждено брать краткосрочные кредиты A в банке. Эти кредиты были использованы для повышения качества продукции x_3 . С ростом качества несколько увеличился спрос на продукцию x_1 (см. рис. 3). Однако норма прибыли оставалась отрицательной. Поэтому реализация продукции была остановлена на 10 шаге, а объем ее выпуска начал быстро сокращаться и к 23 шагу по времени производство было приостановлено.

После 25 шага, когда появилась положительная норма прибыли, началась интенсивная реализация продукции S, скопившейся на складе H. Для быстрого увеличения выпуска предприятию вновь потребовались краткосрочные кредиты оборотных средств (A на рис. 2). Полу-

чение кредитов позволило снова несколько повысить качество продукции, а также спрос на нее. После 35 шага система вернулась в состояние равновесия, несмотря на продолжавшееся уменьшение себестоимости выпуска.

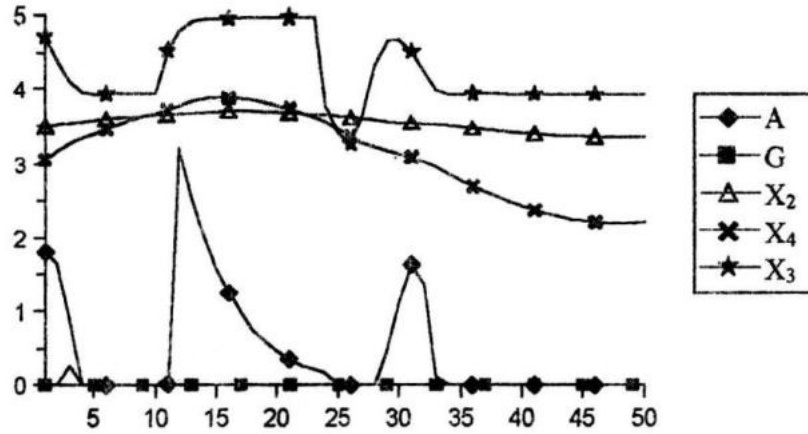


Рис. 2. Сценарии развития при вариации себестоимости продукции.

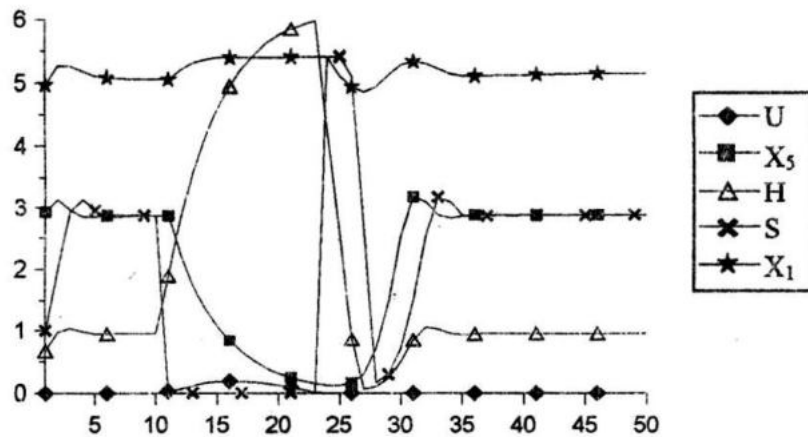


Рис. 3. Управление выпуском X_5 и реализацией S продукции при отрицательной норме прибыли.

Ресурсная рента и экологические штрафы. Размер ресурсной ренты должен покрывать природоохранные мероприятия государства, чтобы компенсировать ущерб природным экосистемам, наносимый производством. В общем случае ресурсная рента должна поддерживать динамический баланс между интересами общества (чистота и здоровье

окружающей среды) и частного потребителя ресурсов (максимальная прибыль и рентабельность производства). Мы рассмотрим применение ресурсной ренты и экологических штрафов в сценариях развития в качестве экономических санкций, которые могут повлечь за собой ограничение выпуска продукции.

Если уровень концентрации загрязнений превышает предельно допустимый, размер экологического штрафа должен быть увеличен настолько, чтобы сделать производство нерентабельным и приостановить выпуск продукции. Аналогичным образом ведет себя и баланс B_5 , когда уровень концентрации потребляемого природного ресурса (например, биоресурса) падает ниже предельно допустимого значения. Таким образом, в модели возможны два режима управления процессом потребления природных ресурсов: режим «нормального» состояния природной среды, при котором предприятие платит за биоресурсы и за загрязнение отходами производства территорий и акваторий, и режим дегра-

дации природной экосистемы, когда наряду с повышенными экономическими санкциями ограничивается потребление биоресурсов и приостанавливается производство продукции. Механизм ресурсной ренты представлен логическим условием R в системе уравнений (1).

На рис. 4 показан пример управления выпуском X_5 и реализацией продукции S путем применения ресурсной ренты R . Повышенные рентные платежи были предъявлены предприятию в период между 25 и 30, а так же между 31 и 35 шагами вычислений. В каждый из этих периодов производство продукции сокращалось до таких размеров, чтобы восстановить заданный уровень концентрации биоресурса.

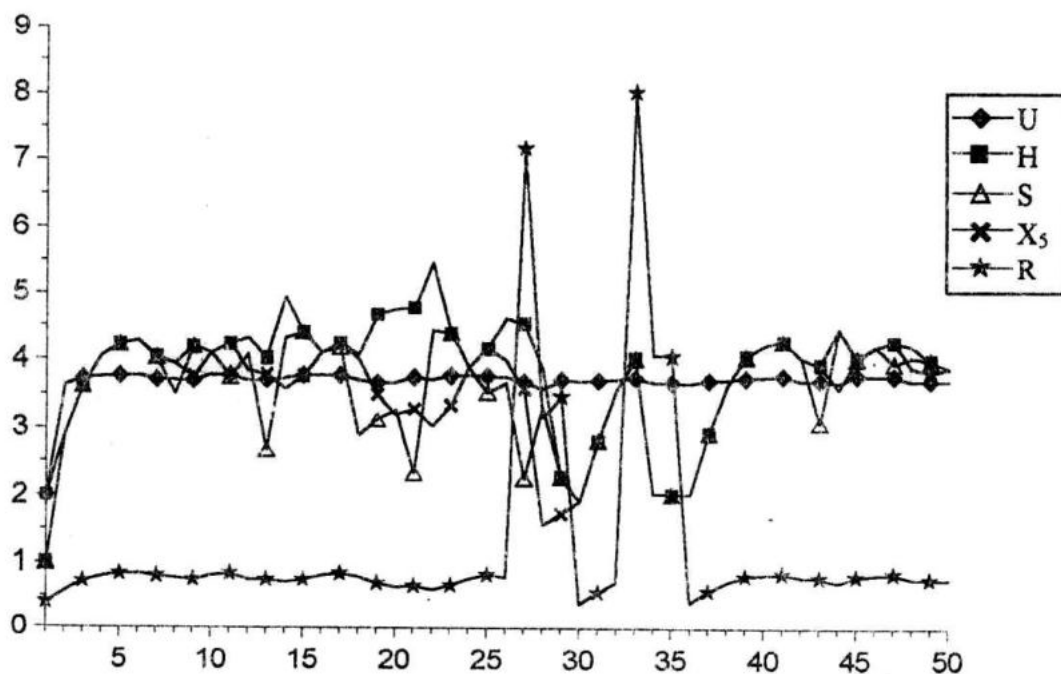


Рис. 4. Влияние ресурсной ренты на выпуск и реализацию продукции.

Для того, чтобы проанализировать эффекты одновременного использования ресурсной ренты и механизма штрафных санкций за загрязнение природной среды, был проведен следующий эксперимент. Были установлены предельно допустимые уровни концентрации биоресурса $X_{11}^* = 2,1$ и загрязнений

$X_{10}^* = 3,3$. Было имитировано внешнее воздействие на систему: спрос на продукцию предприятия испытывал случайные колебания, а концентрация биоресурса в природной среде была подвержена сезонной изменчивости. Сценарии развития процессов в системе показаны на рис. 5. В начальный период в

системе происходил рост объемов выпуска продукции x_5 , а следовательно, и потребления биоресурса (кривая, начинающаяся в точке 2). Это вело к повышению уровня загрязнений X_{11} (кривая с ординатой 1) и уменьшению концентрации биоресурса X_{10} (кривая с ординатой 5). В этот период времени ресурсная рента R (ордината 0,4) и экологический штраф E (ордината 0,2) имели пониженные значения.

При достижении уровнем загрязнения значения $X_{10}^* = 3,3$ размер экологического штрафа увеличился в 10 раз. Это привело к некоторому сокращению объема производства и снижению уровня загрязнений. На интервале времени с 5 по 25 шаг установился режим периодических включений экологических штрафов, при котором объемы выпуска продукции были ограничены, а концентрация загрязнений колебалась около предельно допустимого уровня.

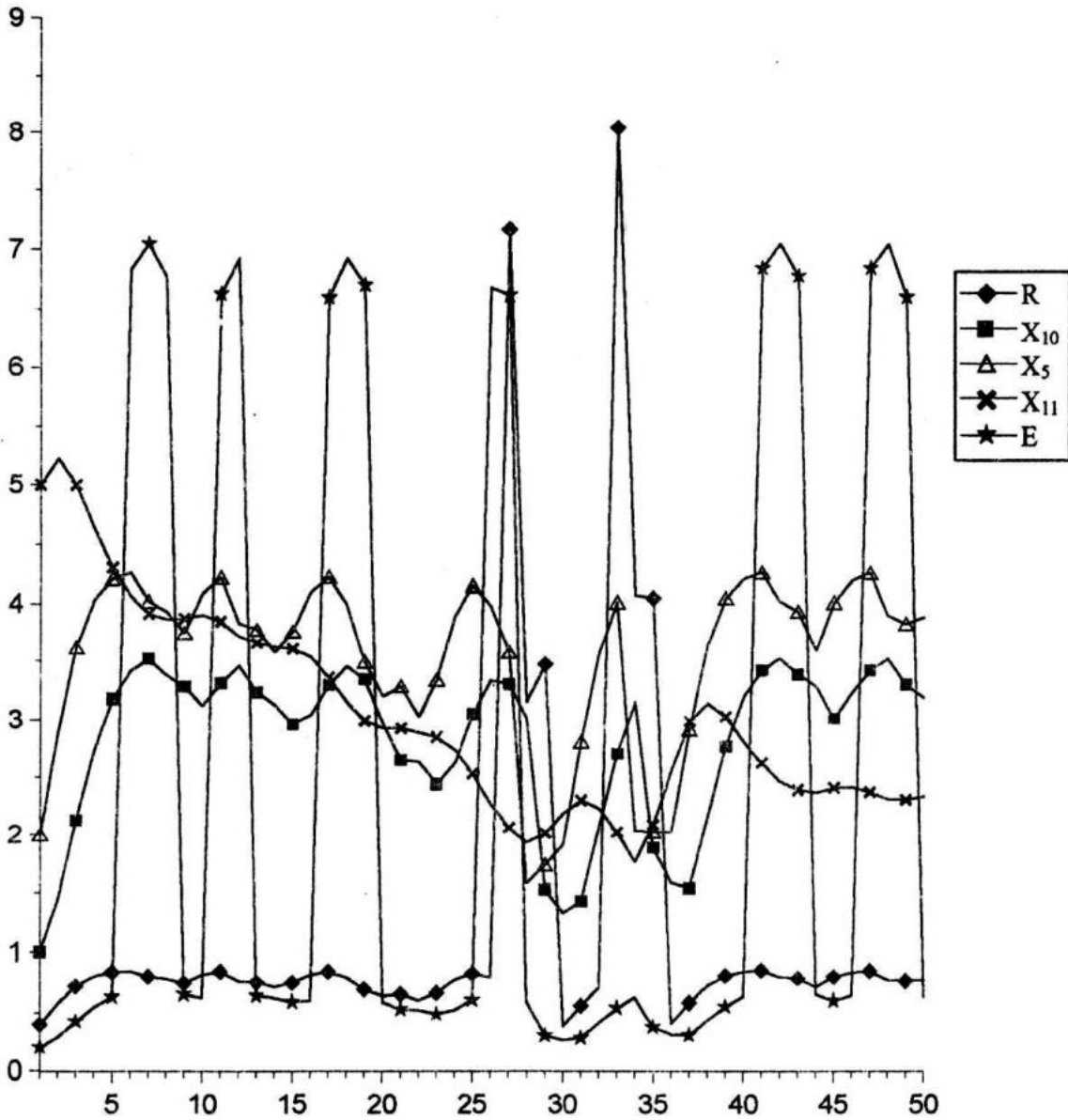


Рис. 5 Управление концентрацией биоресурса X_{11} и уровнем загрязнения X_{10} с помощью ресурсной ренты R и экологических штрафов E .

Однако концентрация биоресурса при этом продолжала падать. Поэтому дважды, на 25 и 31 шагах по времени, при уровне $X_{11}^* = 2,1$ включалась увеличенная в 10 раз ресурсная рента. После этого концентрация биоресурса стала возрастать и после 35 шага вычислений превышала установленную норму. Уровень загрязнений продолжал ограничивать производство путем периодического включения экологического штрафа.

Как следует из рис. 5, генерализованный баланс между интересами производства и интересами охраны природной среды заставляет периодически включать не только экологические штрафы, но и повышенную ресурсную ренту. Таким путем устанавливается коридор допустимых объемов потребления биоресурса. Концентрация биоресурса колеблется при этом возле установленного значения, а концентрация загрязнений не превосходит предельно допустимой величины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Игумнова Е.М, Солодова С.М, Тимченко И.Е, Жуков А.Н. Управление пространственно-распределенными биоресурсами. Системы контроля окружающей среды. Сб. науч. тр. /НАН Украины. МГИ: - Севастополь, 1999. С. 205 – 211.

2. Тимченко И.Е, Игумнова Е.М, Тимченко И.И. Системный менеджмент и АВС- технологии устойчивого развития. /НАН Украины. Морской гидрофизический институт. – Севастополь: «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2000 - 224 с.

УПРАВЛЕНИЕ БАНКОМ МОДЕЛЕЙ В ГИБРИДНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ ДЛЯ ЭКОЛОГО - ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.Н. Жуков

Морской гидрофизический институт
АН Украины

99000 Севастополь, Капитанская, 2

E-mail ocean@alpha.mhi.iuf.net

Под понятием эколого-экономических систем чаще всего понимается объединение объектов и связей, характеризующих с одной стороны потребление природных ресурсов и сопутствующее загрязнение окружающей среды, а с другой - естественную динамику природных процессов, определяющую степень восстановления качества природной среды [1]. Для моделирования таких систем с учетом разнородности воспроизводимых процессов и, соответственно, широкого спектра используемых моделей наиболее

целесообразно воспользоваться возможностями гибридных экспертных информационных систем (ГЭИС) [2].

ГЭИС способны выполнять одновременно две функции - и расчетно - моделирующую, и экспертно - справочную, и обладают возможностью объединения знаний, содержащихся как в сильно формализованных (математических) моделях и методах, так и в слабо формализованных моделях, представляющих эмпирические знания экспертов (системы продукций, логико - лингвистические модели, визуальные образы и т.п.).

Если под моделью объекта исследований понимать описание этого объекта на каком-либо языке, то информация, содержащаяся в совокупности моделей предметной области, может быть преобразована в структуру и состав банка моделей ГЭИС, состоящую из двух основных подсистем - базы данных и базы процедур (рис. 1).

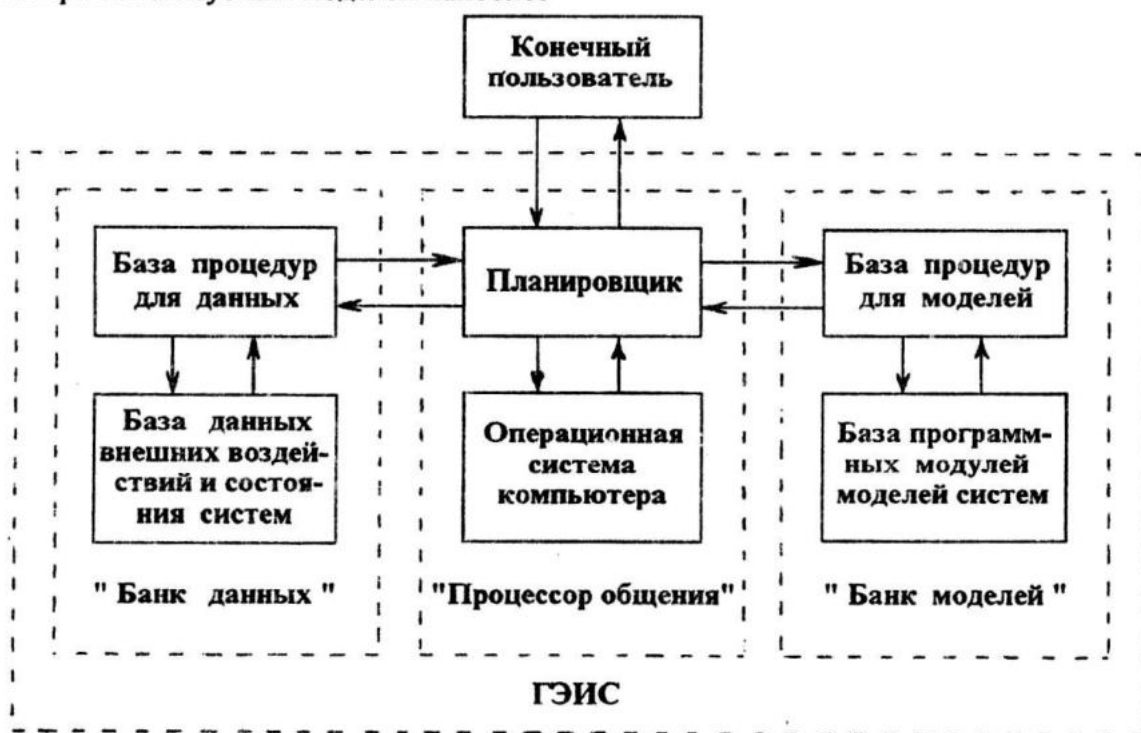


Рис. 1. Функциональная структура ГЭИС.

Элементы базы данных такого банка - это описания и правила поведения объектов исследований (факты, свойства, законы, теоремы, уравнения и т.п.), а

элементы базы процедур - это правила деятельности с элементами базы данных, т.е. соответствующие информационные технологии. Очевидно, что процесс

функционирования банка моделей ГЭИС (т.е. управление им) тождественной реализации множества операций его базы процедур. Последние можно разделить на три очевидные группы, а именно: создания, совершенствования (развития) и использования моделей конечным пользователем.

Если следовать известной в области теории искусственного интеллекта теореме Т. Винограда о том, что решение любой задачи автоматизации интеллектуальной деятельности становится возможным путем последовательных огра-

ничений ее содержания (т.е. путем перехода от систем многозначных понятий к системе однозначных понятий) [2], то для всех трех вышеуказанных групп операций можно предложить один общий алгоритм (рис. 2), который в каждом конкретном случае может использоваться полностью или частично. Поскольку реализация такого алгоритма для группы операций использования моделей была подробно рассмотрена в [3], то в данной работе основное внимание будет уделено другой группе операций - развития моделей.



Рис. 2 Обобщенный алгоритм реализации множества операций базы процедур

Эта группа в свою очередь может быть разделена на две подгруппы - совершенствования моделей (с изменением их структуры с целью повышения степени их адекватности) и коррекции моделей (с изменением параметров моделей для их оптимизации под конкретную задачу). Следует заметить, что по содержанию выполняемых операций подгруппа коррекции моделей является общей для всех трех основных групп, а

подгруппа совершенствования моделей - общей для групп их создания и развития.

Рассмотрим возможность формализации подгруппы операций коррекции, используя для этого в качестве примера описанную в [4] модель морского природно - хозяйственного комплекса (МПХК) "море-суша", включающего в себя часть акватории Азовского моря. Система динамических уравнений модели позволяет прогнозировать восемь

компонент вектора состояния экосистемы Азовского моря, если заданы их начальные значения X_{i_0} и определены входящие в модель функции влияния α_j . Все уравнения модели записаны таким образом, что могут быть сведены к общему виду:

$$X_i(t + \tau) = X_i(t) [1 + \tau(U_{вх.} - U_{вых.})] \quad (1)$$

или

$$X_i(t + \tau) = X_i(t) \{1 + \tau[(A_1\alpha_1(X_j)A_2\alpha_2(X_k) \dots \\ \dots A_n\alpha_n(X_l)) - \\ - (B_1\alpha_1(X_j)B_2\alpha_2(X_k) \dots B_n\alpha_n(X_l))]\}, \quad (2)$$

где X_i - i -я компонента вектора состояния системы, $i = 1, \dots, 8$ (например, X_1 - объем биоресурса, X_2 - качество среды и т.д.); t - время и τ - интервал времени между последовательными состояниями системы; $U_{вх.}$ и $U_{вых.}$ - скорости изменения соответственно входных и выходных воздействий на X_i , состоящие из произведений $\alpha_m(X_j)$ - функций влияния X_j (или X_k , или X_l) на X_i , $j, k, l = 1, \dots, 8$, $m = 1, \dots, n$; A_m , B_m - весовые коэффициенты функций влияния; n - число функций влияния.

Система уравнений модели в виде (2) представляет собой формализованную часть знаний об объекте исследований, представленную в банке моделей. В свою очередь функции влияния $\alpha_m(X_j)$, используемые в модели в виде эмпирических кривых (заданных таблицами чисел или таблицами коэффициентов интерполирующих функций), представляют экспертную часть знаний.

При использовании вышеописанной модели процедура ее коррекции сводится к многократному повторению последовательности операций (рис. 3), связанных как с подстройкой весовых коэффициентов A_m и B_m (параметризация), так и с изменением вида функций $\alpha_m(X_j)$ по критерию достижения определенного значения или области значений для одного или нескольких параметров вектора состояния эколого-экономической системы (многокритериальная оптимизация). Например, можно добиваться обеспечения стабильности себестоимо-

сти продукции, выпускаемой предприятиями, входящими в состав МПХК, при минимальном загрязнении окружающей среды в условиях сезонных изменений биопродуктивности.

Практически для коррекции данной модели можно воспользоваться представлением совокупности начальных значений $\alpha_m(X_j)$, A_m и B_m , а также их номеров (т.е. значений m, j, k, l в каждом из восьми уравнений) в виде таблиц (массивов). Это позволяет не только изменять значения вышеуказанных параметров, но и в некоторых пределах менять состав уравнений модели (т.е. модифицировать ее структуру), добавляя или убирая из возможного числа n множителей в составе $U_{вх.}$ и $U_{вых.}$ те или иные функции влияния.

Процесс коррекции может идти в полуавтоматическом или в автоматическом режиме. В первом случае оценку полученных результатов и принятие решения о том, что и как корректировать, в режиме диалога осуществляет конечный пользователь. При этом вывод на экран дисплея текущих значений параметров модели и ввод произведенных изменений в ее программный модуль производится двумя подпрограммами, реализующими эти стандартные операции.

Во втором случае используется другая подпрограмма, имитирующая принятие решений о коррекции по той части совокупности критериев, которая допускает формализацию, и исполняющая эти решения. Все эти операции относятся к процедуральному типу знаний и поэтому могут быть реализованы на любом проблемно - ориентированном языке программирования высокого уровня, например, на Turbo Pascal 7.0.

Представленная на рис. 3 процедура коррекции может быть обобщена как для достаточно широкого класса эколого-экономических моделей, однотипных с вышеописанной, так и для группы операций развития моделей в целом. При этом для операций совершенствования моделей к содержанию рис. 3 добавляется еще одна "ветвь", реализую-

щая замену структур уравнений модели, а в остальном алгоритм остается без из-

мензий.



Рис. 3. Алгоритм реализации операций коррекции модели МПХК "море-суша".

ЛИТЕРАТУРА

1. Горстко А.Б., Угольницкий Г.А. Введение в моделирование эколого - экономических систем. - Ростов : изд - во РГУ, 1990. - 110 с.
2. Искусственный интеллект. Справочник / Под ред. Э.В. Попова. - М. : Радио и связь, 1990. - 464 с.
3. Жуков А.Н. Проблемы синтеза информационных технологий в гидрофизике на примере задачи выбора группы моделей для прогнозирования тон-

- ких структур. - МГИ АН Украины, Севастополь, 1992. - 32 с. (Рук. деп. в ВИНТИ, № 3397 - В92. Деп. От 30.11.92)
4. Игумнова Е.М., Солодова С.М., Тимченко И.Е., Жуков А.Н. Управление пространственно - распределенными биоресурсами. - В кн. : Системы контроля окружающей среды. Сб. научн. тр. / МГИ НАН Украины, Севастополь, 1999, с. 205 - 211.

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПЛАТЫ
ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕ СУХОПУТНЫХ
РАЙОНОВ ПАДЕНИЯ
ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ ЧАСТЕЙ РАКЕТ-
НОСИТЕЛЕЙ**

**А. М. Ермолаев, В. В. Николаев,
А. З. Певаров**

Научно-исследовательский центр
по проблемам экологической
безопасности
Госкомэкологии России
г. Москва, проспект Мира, ВВЦ, а/я
19, п-н "Охрана природы"
E-mail : ecosaf@com2com.ru

Методика расчета платы за загрязнение районов падения отделяющихся частей ракет-носителей (далее - Методика), разработана в соответствии со статьями 20 и 55 Закона РСФСР от 19.12.91 № 2060-1 "Об охране окружающей природной среды", постановлением Правительства Российской Федерации от 28.08.92 № 632 "Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия" и Инструктивно-методическими указаниями по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды (утверждены Минприроды России 26.01.93 г. по согласованию с Минэкономики России, Минфином России и зарегистрированы Минюстом России 24.03.93 № 190).

Методика не рассматривает вопросы возмещения вреда, нанесенного окружающей природной среде (экологического ущерба) в результате аварии ракетно-космической техники или нештатной ситуации.

1. Общие положения

1.1. Под сухопутными районами падения ОЧРН понимаются районы,

предназначенные как для приема отработавших ступеней РН, так и для приема элементов конструкций РН (головные обтекатели, переходные отсеки, фрагменты конструкций и т.п.), расположенные в континентальной части страны и включающие участки с твердой поверхностью и поверхностные водные объекты.

1.2. Воздействие на окружающую среду в результате падения ОЧРН связано с внесением в природные объекты токсичных компонентов ракетного топлива, величины которых носят вероятностный характер, и размещением в РП конструкций ОЧРН.

1.3. Настоящая Методика конкретизирует порядок расчета платы за загрязнение РП ОЧРН с учетом вероятности наступления случайных событий при падении ОЧРН:

вероятности падения ОЧРН в водный объект;

вероятности падения ОЧРН на сушу;

вероятности горения остатков компонентов ракетных топлив (КРТ);

вероятности испарения остатков КРТ;

вероятности пролива остатков КРТ на почву.

1.4. Методика обеспечивает возможность расчетным методом определять величину платы за загрязнение РП ОЧРН без проведения экологических обследований районов падения.

1.5. Размещение конструкций ОЧРН и загрязнение окружающей среды остатками КРТ в РП производится в соответствии со штатной технологией запусков космических аппаратов на основании договоров между федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным в области осуществления космической деятельности, и органами исполнительной власти соответствующих субъектов Российской Федерации, на территории которых распо-

ложены РП, поэтому все выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду и размещение отходов (конструкций ОЧРН) рассматриваются в пределах допустимых нормативов.

1.6. Корректировка размеров платежей за загрязнение РП ОЧРН производится в порядке, предусмотренном действующим законодательством Российской Федерации.

2. Порядок определения нормативов платы

2.1. Норматив платы за загрязнение РП конструкциями ОЧРН, являющимися вторичными материальными ресурсами и подлежащими дальнейшей переработке, принимается на уровне договорных цен [1] на эти ресурсы, установленных в субъекте Российской Федерации на момент совершения пуска РН.

2.2. Норматив платы за загрязнение РП конструкциями ОЧРН, которые загрязнены несимметричным диметилгидразином, отнесенным к I-му классу опасности [2], устанавливаются как за размещение отходов I-го класса токсичности [3].

2.3. Нормативы платы за проливы остатков КРТ при падении ОЧРН в водные объекты определяются как произведение удельного экономического ущерба от сбросов загрязняющих веществ в водные объекты на показатели относительной опасности конкретного загрязняющего вещества для окружающей природной среды и здоровья населения и на пятикратный повышающий коэффициент индексации, установленный при переводе в цены 1993 года.

Норматив платы за пролив горючего в водные объекты $H_{Г(в)}$ определяется по формуле:

$$H_{Г(в)} = 5 \cdot A_i \cdot C, \quad (1)$$

где A_i – показатель относительной опасности i -го вида горючего ракетного топлива;

C – удельный экономический ущерб (для сбросов в водные объекты $C = 0.4435$ руб./усл. т.).

Показатель относительной опасности i -го вида горючего ракетного топлива (A_i) рассчитывается по формуле:

$$A_i = \frac{1}{ПДК_i}, \quad (2)$$

где ПДК $_i$ – предельно допустимая концентрация i -го вида горючего ракетного топлива в воде рыбохозяйственных водоемов (ПДК $_{рх}$), а при их отсутствии – ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования или ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ).

В связи с отсутствием ПДК для азотного тетраоксида (АТ) при расчете нормативов платы за пролив окислителя в водные объекты $H_{О(в)}$ используются токсичные вещества, образующиеся при взаимодействии АТ с водой. При взаимодействии АТ с водой с учетом молекулярных весов и стехиометрических коэффициентов образуется 90 % нитратного азота и 22 % окиси азота, базовые нормативы для которых определены в [3].

Значение $H_{О(в)}$ определяется суммированием базовых нормативов нитратного азота и окиси азота с весовыми коэффициентами 0,9 и 0,22 соответственно.

2.4. Нормативы платы за загрязнение окружающей среды в РП остатками горючего $H_{Г(с)}$ и окислителя $H_{О(с)}$ при падении ОЧРН на земную поверхность (сушу) рассчитываются, исходя из допущения, что при падении ОЧРН на земную поверхность равновероятно могут происходить следующие случайные события – испарение КРТ, сгорание КРТ, пролив КРТ на почву по формуле:

$$H_{j(с)} = 0.33 \cdot H_{j(и)} + 0.33 \cdot H_{j(г)} + 0.34 \cdot H_{j(п)}, \quad (3)$$

где $N_{j(и)}$ - нормативы платы за загрязнение атмосферы в результате испарения КРТ;

$N_{j(г)}$ - нормативы платы за загрязнение атмосферы в результате горения;

$N_{j(п)}$ - нормативы платы за загрязнение почвы;

0.33, 0.34 - коэффициенты, учитывающие вероятность наступления одного из указанных случайных событий.

В случае утверждения новых статистически обеспеченных значений вероятности наступления случайных событий загрязнения сухопутных районов падения остатками КРТ нормативы платы пересчитываются в соответствии с новыми значениями вероятности наступления случайных событий (горение, испарение, пролив КРТ).

Примечание :

1. Для атмосферного воздуха принимается установленная нормативами предельно допустимая среднесуточная концентрация загрязняющего вещества (ПДК_{сс}).

В связи с отсутствием ПДК для АТ при расчете норматива платы используется уравнение превращения при испарении АТ в эквивалентное по массе вещество NO₂.

2. При сгорании ракетного топлива образуются токсичные и нетоксичные вещества. При расчете нормативов платы учитываются токсичные вещества: NO₂, CO.

3. Нормативы платы за загрязнение почвы в результате пролива КРТ рассчитываются как за размещение отходов: НДМГ - I-й класс токсичности, УВГ - III-й класс токсичности, АТ и азотная кислота (АК) - IV-й класс токсичности [4].

4. Численные значения нормативов платы за загрязнение КРТ водных объектов и суши при падении ОЧРН, с учетом принятых допущений, приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Нормативы платы за загрязнение остатками КРТ (горючего и окислителя) водных объектов / $N_{Г(в)}$ и $N_{О(в)}$ / и суши / $N_{Г(с)}$ и $N_{О(с)}$ / при падении ОЧРН

Загрязняющие вещества	Норматив платы $N_{Г(в)}$, руб./т	Норматив платы $N_{О(в)}$, руб./т	Норматив платы $N_{Г(с)}$, руб./т	Норматив платы $N_{О(с)}$, руб./т
НДМГ (горючее)	4435.00		10.43	
УВГ (горючее)	44.35		1.37	
АТ (окислитель)		0.28		0.81
АК (окислитель)		0.20		0.71

3. Порядок расчета платы за загрязнение сухопутных районов падения отделяющихся частей ракет-носителей

3.1. Плата за загрязнение сухопутных РП ОЧРН для единичного пуска ракеты-носителя, использующей в качестве горючего НДМГ, определяется по формуле:

$$P_{рн} = K_{ин} \cdot K_{эс} \cdot (M_{очрн(г)} \cdot B_{очрн(г)} + M_{г} \cdot B_{г} + M_{о} \cdot B_{о}), \quad (4)$$

где $K_{ин}$ - коэффициент индексации платы за загрязнение окружающей среды, который ежегодно устанавливается Госкомэкологией России по согласованию с Минфином России и Минэкономики России;

$K_{эс}$ - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости [4];

$M_{очрн(г)}$, - масса (т) конструкций ОЧРН;

$M_{г}$ - масса (т) остатков горючего;

$M_{о}$ - масса (т) остатков окислителя.

$B_{очрн(г)}$ - норматив платы (руб/т) за размещение в РП токсичных конструкций ОЧРН.

B_{Γ} , B_{O} - комплексные нормативы платы за загрязнение РП ракетным горючим и окислителем, соответственно, учитывающие вероятность падения ОЧРН в водные объекты и на твердую земную поверхность (сушу).

Значения B_{Γ} , B_{O} определяются по формулам:

$$B_{\Gamma} = [K_{В} \cdot H_{\Gamma(В)} + (1-K_{В}) \cdot H_{\Gamma(С)}] \quad (5)$$

$$B_{O} = [K_{В} \cdot H_{O(В)} + (1-K_{В}) \cdot H_{O(С)}], \quad (6)$$

где $K_{В}$ - коэффициент обводненности территории РП.

Коэффициент обводненности территории РП устанавливается по данным схем комплексного развития регионов, водных кадастров, картографическим материалам или иным данным как доля площади территории, занятой водными объектами с учетом сезонных изменений, и утверждается при заключении договоров, упомянутых в п.1.5. настоящей Методики.

3.3. Плата за загрязнение сухопутных РП ОЧРН для единичного пуска РН, использующей в качестве горючего углеводородное топливо, определяется по формуле:

$$P_{РН} = K_{Эс} \cdot M_{Очрн(н)} \cdot B_{Очрн(н)} + K_{Ин} \cdot K_{Эс} (M_{\Gamma} \cdot B_{\Gamma} + M_{O} \cdot B_{O}), \quad (7)$$

где $M_{Очрн(н)}$ - масса (т) конструкций ОЧРН;

$B_{Очрн(н)}$ - нормативы платы (руб./т) за размещение в РП нетоксичных конструкций ОЧРН.

Остальные обозначения аналогичны обозначениям в формуле (4).

3.4. При расчете платы за загрязнение окружающей среды в РП ОЧРН для единичного пуска твердотопливной РН в формуле (7) используется только первое слагаемое, так как остатки топлива, после отделения ступени РН, полностью сгорают.

4. Порядок определения массы компонентов ракетного топлива отделяющихся частей ракет-носителей

4.1. При расчете платы за загрязнение окружающей среды в РП ОЧРН значение массы ракетных топлив для первых ступеней РН принимаются равными гарантийным запасам КРТ на момент отделения первых ступеней.

4.2. Значения масс КРТ, достигающих земной поверхности, для вторых ступеней РН по различным источникам варьируют в пределах от 0 до 20 % от гарантийных запасов КРТ и зависят от случайного (вероятностного) процесса разрушения ракетной ступени.

Для расчета платы за загрязнение РП компонентами ракетных топлив вторых ступеней РН принимается значение масс КРТ равное 10 % от их гарантийных запасов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды. Утверждены Минприроды России 26.01.93 г. по согласованию с Минэкономки России, Минфином России и зарегистрированы Минюстом России 24.03.93 N 190.

2. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартизации безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

3. Базовые нормативы платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду и размещение отходов. Введены приказом Минприроды России от 27.11.92 г. б/н.

4. Временный классификатор токсичных промышленных отходов и Методические рекомендации по определению класса токсичности промышленных отходов. Утверждены Минздравом СССР и ГКНТ СССР 13.05.87 г. № 4286-87.

ПРИОРИТЕТНЫЕ ЦЕЛИ СОВРЕМЕННЫХ МОРСКИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ю.А.Проخورенко, Е.А.Агафонов,
А.С.Кукушкин, Г.А.Толкаченко
МГИ НАН Украины,
Севастополь, Капитанская, 2
E-mail: ocean@alpha.mhi.iuf.net

Эффективность исследований многосложной системы жизнеобеспечения в каждой конкретной, небольшой, ограниченной экосистеме и вплоть до условий используемых живым веществом в планетарных масштабах зависит от рационального выбора последовательной цепочки промежуточных ориентиров. Экологические исследования подразумевают собой изучение взаимосвязанных явлений, затрагивающих состояние биологических объектов, окружающей среды и равновесие обмена энергией и веществом между ними и поэтому могут быть только многодисциплинарными. В этом основная трудность постановки и выполнения работ.

Предварительно необходимо обозначить предмет исследования - экосистему. Это требует выяснить состав её биоты, входные и выходные потоки энергии, веществ, свойства и границы биотопа в определённых пространственно-временных рамках существования. Затем в результате исследования должны быть выяснены основные черты его функционирования. В биотической части системы выявляются трофические звенья биоты, пропорциональные межвидовые соотношения и лимитирующие факторы развития всего ряда биохимического круговорота веществ и энергетического обмена. Для биотопа требуется иметь полное представление об основных качествах, диапазоне и характере изменения абиотических - физико-химических и энергетических условий в его пределах.

Вместе с выяснением основных взаимосвязей и черт функционирования экосистемы проявятся её принципиальные основания существования и суть происходящих в ней эволюционных изменений. Станет возможным планирование путей коррекции направления развития части или даже всей

геоэкосистемы. Освоение такого воздействия приведут, вероятно, к становлению фазы разумного управления и всей геоэкосистемы, как это представлялось В.И.Вернадским [1]. Такова схематическая направленность и последовательность решения экологических проблем. Осуществление каждого исследования в обозначенной цепочке работ сопряжено с целым рядом частных проблем, лежащим в как плане технической реализации измерений в каждой научной дисциплине, так и в принципиальном согласовании их между собой. Судя по большинству публикаций, посвящённым экологическому направлению, далеко не всем исследователям удаётся эффективно решать такие проблемы. Причины тому не только технические. Мешает ограниченность большинства исследований дисциплинарными рамками. Это затрудняет использование уже полученных результатов в продуктивном взаимосвязанном экологическом обобщении. Такое состояние может быть преодолено только путём осознания каждым исследователем проблематики не только в своей узкой специальности, но и учёта таковых во всём широком спектре проблем смыкающихся в понятие экосистемы, как единого и взаимосвязанного явления. Авторы настоящей работы пытаются обрисовать своё видение состояния и современные возможности повышения эффективности экологических исследований путём их рациональной ориентации и тесной многодисциплинарной согласованности.

Пространственно в биотоп биосферы включены Мировой океан, поверхность суши и нижний слой атмосферы. Считается, что колыбель всего живого на Земле - вода, Мировой океан. Жизнь размещается очень неравномерно. Морские акватории, как один из важнейших видов природных ресурсов, до сих пор предоставляет почти в 80 раз большее пространство для жизни, чем суша. Жизненное пространство атмосферы - меньше, чем суши. Однако, каждая составляющая среда жизнеобитания является неотъемлемой частью экосистемы в планетарном круговороте веществ, в передаче энергии, а значит и жизни. Неравномерное размещение жизни между средами продолжается и внутри каждой среды. Особую роль в размещении жизни, являясь пространством сгущения жизнедеятельности, имеют границы резкого изменения свойств в среде, пограничные между средами

пространства, называемые граничными поверхностями [2]. Многие организмы в состоянии обитать частью времени в одной, частью - в другой среде. В.Л.Лебедев [2] вносит в этот ряд поверхностей также и граничные поверхности между живым и неживым веществом. Именно на поверхности контакта живого и неживого происходят явления преобразования веществ, обмен веществ, причём с наиболее высокими скоростями и экономичным расходом энергии. Здесь, на границе живого и неживого и происходит переход вещества из одного состояния в другое, в том числе до сих пор загадочное преобразование - из неживого в живое. Проблема различия между живым и неживым веществом сложна и разнообразна. Ей было посвящено немало времени и сил, но её решение ещё впереди. Граничные поверхности имеют по всей вероятности или материально, или энергетически выгодные возможности усвения пищевых ресурсов среды живым веществом.

Эти биологического плана проблемы имеют и физические стороны. Биологическое функционирование происходит на фоне определённого диапазона колебаний физических и химических свойств, условий среды обитания и изменяет эти условия в процессе жизнедеятельности. По мнению многих исследователей, качество биотопа и особенности жизнедеятельности биоты в общем составе характеризуют собой экологическую ситуацию. Её черты подразумевают чёткое представление о том, как происходит процесс утилизации продуктов метаболизма с одной стороны, а с другой - какие и как изменяясь физико-химические условия могут нарушить устойчивость экосистемы, каков запас устойчивости, чем он определяется, каково время восстановления после воздействия неблагоприятных условий, возможно ли такое восстановление, каково обратное влияние биологического функционирования на устойчивость физико-химических свойств среды, их возобновляемость. В отдельности такие вопросы не выходили за пределы исследовательских программ, но редко ставились как относящиеся к геоэкосистеме.

В известной степени познание мира человечеством было направлено на освоение окружающего пространства и реализацию его для своей защиты от неблагоприятных условий существования или улучшения, модернизации этих условий. Знание и до сих

пор добывается и используется с той же целью. Однако сегодня количественно и качественно этого Знания недостаточно для принятого курса "устойчивого развития" человеческого общества. Материальные и энергетические претензии численно увеличивающегося человеческого общества пришли в противоречие с возможностями той экосистемы, из которой человек выходит путём собственного устройства окружающего пространства, создания искусственной среды обитания. Собственное переустройство существующей природной системы организации жизни на Земле требует не упрощённого переустройства существующей биogeосферы с созданием завалов из "отходов", при изъятии "полезного", только в своих интересах, но умения сделать это без нарушения основ существующей организации всей геозкосистемы. Остаётся неясным в какой степени это вмешательство может быть связано с уровнем возможного влияния на геозкосистему. Другого "дома" у человечества пока нет, а этот, при имеющемся уровне знания о нём, может совершенно неожиданно развалиться под напором неразумных перестройщиков, желающих сохранить существующие темпы "односторонних" антропогенных преобразований. От малопонятного самим его изобретателям курса "устойчивого развития" (имеющего десятки определений) следует отказаться. И это необходимо сделать раньше того момента, когда геозкосистема рухнет под натиском "устойчивого развития хозяев планеты". Следует остановить прогрессирующее и безоглядное нарушение условий существования окружающей среды и сосредоточить все интеллектуальные возможности и технические средства изучения и контроля окружающей среды для получения знания об основах устройства геозкосистемы и законов её функционирования в нормальном, равновесном состоянии, а не для констатации и прогноза уровня загрязнения. Это даст время и сохранит достаточные по величине "нетронутые блоки" нормально функционирующей геозкосистемы для исследования. Существующих сейчас "блоков" уже не хватает и для преобразования в курсе "устойчивого развития". Завтра их не останется и для исследования. Уже десятки лет на научных форумах звучат тщетные предупреждения о

грядущей катастрофе. К проблеме обращено внимание глав правительств на недавнем торжественном Саммите Тысячелетия в ООН. Однако, пока проблема остаётся нетронутой - звучат слова, но не признана необходимость глобального запрета на дальнейшее увеличение давления на природную среду. Тем не менее уже сейчас развитие науки следует сориентировать на выделение из биосистемы оставшихся нетронутыми экосистем, как объектов глубокого исследования условий их функционирования. Требуется обозначить основные проблемы изучения взаимодействия живого и неживого в таких объектах и снизить давление на природу в искусственных, создаваемых человеком хозяйственных комплексах и урбанизированных пространствах.

По докладам в составе целевых международных конференций и появляющимся в печати работам, можно констатировать, что даже среди специалистов ещё не успело сложиться осознанное отношение к проблеме экологического исследования, не возобладало отношение к экологическим проблемам как к междисциплинарным. Отсюда отдельным решениям задач об изменениях различного рода в биоте или биотопе легко присваивается экологическое содержание. Отсутствие проработанных теоретических обоснований применения основных терминов приводит к произвольному толкованию существующих и введению новых понятий, несопоставимости результатов и путанице в выводах. Такое состояние исследований расплывает средства, снижает эффективность работы, не даёт возможности последовательно и рационально ставить и решать экологические задачи, сосредоточиться на актуальных вопросах экологии.

В море (океане), как и в других средах жизнеобитания, комплекс экологических факторов охватывает не только саму толщу вод, но и дно, пограничную сушу, атмосферу и космические явления. Хотя функционирование экосистемы легче поддаётся анализу с выделением подсистем, технически должны быть обеспечены возможности исследования связей с остальными подсистемами. Экологическую нагрузку в изучении центральных районов океана, кроме гидробиологической составляющей, содержат в себе

функционально гидрологическая, гидрофизическая, гидрохимическая и гидрогеологические подсистемы, зависимые от атмосферных и литосферных процессов. Специфике каждого прибрежного природного географического района, кроме того, отвечает своеобразие его биоты и сложившегося антропогенного использования акваторий. Для экологических целей важно соединить исследование этих подсистем путём комплексного проведения и пространственно-временного совмещения экспериментов для создания единых информационных баз данных, на основе согласованных в пространстве и времени измерений, пригодных для целей моделирования природных процессов и социальных программ.

Для оценки качества вод используются биологические, физические и химические показатели. Степень пригодности воды для определённой цели условно выясняется путём применения нормирования - сравнения исследуемой воды с искусственно полученными на основании опыта и утверждёнными стандартными нормативами или природными, фоновыми качествами. Например, по условиям рыбохозяйственного пользования нормировано около 400 веществ, а по условиям хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования - более 1000 веществ. Согласно первым оговариваются предельные концентрации токсикантов, при которых ещё не угнетаются жизненно важные функции гидробионтов, не ощущается пагубное влияние на их генный аппарат. Вторые нормы должны обеспечить отсутствие вредных влияний на здоровье человека и потому в них вводятся дополнительно и бактериологические показатели.

Таким образом, в практике решения экологических задач принято использовать частные критерии, предельно допустимые концентрации, нормы загрязнения вредными, опасными, отравляющими веществами некой части окружающей среды. При этом, как правило, остаётся неясным, чем в пределах таких загрязнений это грозит всей и конкретной экосистеме. Нормы загрязнения соотносятся не с экосистемой, а с отдельными частями её биотопа или биоты. ПДК разработаны примерно для 1200 соединений. Методики же количественного определения в природных водах для многих из них не имеются. Измеряется

систематически не более 50 показателей, а чаще - 9-12. Предполагается в ближайшем будущем измерять сотни компонент загрязнения. К сожалению, даже это не сможет отражать истинного состояния водных экосистем. Как свидетельствуют материалы VI съезда Всесоюзного гидробиологического общества (Мурманск, октябрь 1991 г.) ежегодно в водные объекты СНГ попадает от 10 до 40 тыс. т. различных химических веществ, которые взаимодействуют между собой. В результате в воде, как результат взаимодействия, появляются новые вещества, зачастую характеризующиеся ещё большей и качественно новой, чем исходные, негативной биологической активностью. Например, фенолы в водной среде превращаются в хиноны и диоксины, т.е. вещества с высокой токсичностью, близкой к действию отравляющих веществ. На сегодня известно несколько тысяч диоксинов. Нитраты в водной среде превращаются в нитриты, последние в нитрозоамины, характеризующиеся высокой канцерогенностью. Многие токсиканты проявляют своё негативное воздействие даже в очень слабых концентрациях. Необходимо учитывать кумулятивный эффект их контакта между собой в воде.

Известны многообразие и сложность комплекса действующих антропогенных факторов, оказывающих влияние на экологическое состояние водных объектов. Живые организмы экосистемы могут отвечать на внешнее воздействие двумя типами реакций. Первая - виды составляющие систему пытаются вернуть условия к исходной ситуации (биорегуляция), вторая - приспособиться к изменившимся условиям (адаптация) [3]. Они не могут быть совместными для всех видов организмов системы, что порождает нелинейность её реакции. К настоящему времени накоплено много данных о том, что реактивные изменения самых разнообразных признаков, возникающих в ответ на одно и то же воздействие, у различных особей популяции или даже у одного и того же организма, находящегося в различном физиологическом состоянии, оказываются не только разными, но иногда и противоположными по знаку [4,5]. Обычное одновременное влияние ряда факторов порождает ответную обобщённую реакцию их на все воздействия, вычленив в которой значимость каждого, даже основного,

достаточно сложно, а для большинства загрязнителей - это до сих пор остаётся просто неизвестным. При построении моделей функционирования следует учитывать также необратимость многих биологических процессов, что часто игнорируется.

Уже по названию критериев существующие системы оценок качества воды ставят своей целью просто оценить степень её загрязнённости какими-либо вредными примесями по отношению к количествам предельно-допустимым. В них нет ничего, указывающего на опасность такого загрязнения, для кого или чего и как долго оно может оставаться таковым без возникновения необратимых изменений, может ли экосистема при этом справиться самостоятельно с такими нарушениями её состава или требуется дополнительная компенсация последствий, будет ли экосистема необратимо деформирована или погибнет. Каждый предел, обозначенный выше имеет собственную величину и значение. Назначение каждого как "предельно допустимого предела" обозначит свой результат загрязнения, но не даст оценку "качества воды". Качество вод можно сравнивать не по степени испорченности (какое же качество у испорченного продукта?), а по тому для каких целей он пригоден, что в состоянии обеспечить, можно ли его исправить. Такого продолжения шкалы оценок качества не потребовалось потому, что в своей хозяйственной деятельности у человека пока не так часто встречались созидательные задачи. Следовало изъять из природных ресурсов что-то "полезное". Куда-то деть "отходы" - в задачу не входило.

В [3] на основе анализа различных существующих способов оценок экологического состояния экосистем, Ю.Г.Юровский предлагает использовать ограниченный набор показателей-критериев, взятых после опробывания в натуральных условиях и расчёта их величин с достаточной статистической значимостью из исследования эволюции экологического состояния гидробионтов и среды их обитания, свойств прибрежных вод и донных осадков. Такие показатели-критерии, конечно же, более полезны, объективны и точны, чем применяющиеся до сих пор. Однако всё не так просто. Сам же Ю.Г.Юровский замечает, что многие нагрузки экосистема в течение некоторого,

даже продолжительного времени, сдерживает, что может быть принято за допустимое значение соответствующих новых безразмерных показателей-критериев. Но со временем оказывается, что они всё же могут оказаться непомерными для неё. Выбор ограниченного набора показателей-критериев оценок загрязнения осложнён ещё и тем, что при определении условий сохранения основных свойств экосистемы нужно оценивать с той же точностью и степенью достоверности устойчивость наиболее слабого звена среди гидробионтов и его степень ответственности за стабильность внешних условий от каждого составляющего биоту таксона. При известном диапазоне изменения физико-химических условий требуется предусмотреть возможности естественной компенсации и деформации экосистемы, в том числе и за счёт антропогенной нагрузки конкретного рода.

Таким образом, оценки допустимого воздействия должны быть приняты после всестороннего исследования не только в пределах частного пространственно-временного приложения воздействия, но и как полный отклик на всю геоэкосистему, ввиду её взаимосвязанности как целого с отдельными своими частями.

Авторами [7] установлен ряд фундаментальных закономерностей протекания процессов в разных объектах как в открытых динамических системах, к которым относятся и экосистемы любого ранга. Для них характерны следующие черты:

* Ответ на внешние воздействия зависит от свойств системы и её изменчивости во времени. Он может быть слабым или, наоборот, очень сильным. Последнее характерно для систем, находящихся в неустойчивом состоянии и сильно откликающихся на слабое триггерное воздействие, играющее роль спускового крючка.

* Реакция объектов на воздействие может быть в виде однонаправленных, ритмических, импульсных и фоновых шумовых изменений.

* Разные подобные объекты в одно и то же время реагируют на одинаковые внешние воздействия по-разному. Однако, это не исключает и проявления общей глобальной периодичности.

* Объект среды в разные интервалы времени реагирует на одинаковые

воздействия по-разному. Причины перестроек заключаются не только в изменениях характера воздействий, но и в свойствах объектов. Важно отметить, что смены относительно упорядоченных и хаотических состояний также происходят то ритмично, то беспорядочно, а иногда имеют продолжительный плавный тренд.

* Эффект воздействия на отдельно взятый объект характеризуется большей амплитудой, контрастностью и упорядоченностью, чем эффект воздействия на совокупность объектов.

* Для многих процессов трудно установить соответствия с внешними факторами или с их ритмами. Ритмы - это одна из составляющих упорядоченного состояния природных сфер и их частей. Величины временных ритмов изменяются в широких пределах. Суперпозиция ритмов обуславливает сложную форму временных рядов.

Широкое разнообразие характера и времени прохождения реакций на природные объекты делает малообоснованным поиск универсального критерия оценки воздействия на состояние конкретной экосистемы, требует в каждом случае проведения не только предварительных теоретических расчётов, но и выполнения многодисциплинарных комплексных натурных исследований экосистемы до и после воздействия контролируемого фактора влияния. Опыт такого рода исследований пока ограничен, но только на основе их становления и последующего обобщения возможно получение обоснованных до приемлемой степени достоверности прогнозов состояния и эволюции исследуемой экосистемы в ответ на конкретный вид и время воздействия.

Можно приветствовать такого рода предложения как приведенные в работе авторов [8]. В ней конкретно предлагается уже в ближайшее время начать в одном из районов Южного берега Крыма и отладить экологический комплекс рекреационного типа, как самый близкий к нормально функционирующей биосфере, неразрушающий окружающую среду хозяйственный механизм в качестве модели ячейки перехода на путь устойчивого развития, чтобы на его опыте построить затем и остальные хозяйственные, экономические и урбанизированные системы по его образу и подобию. Хотя это и, возможно, небесспорные предложения, но

близкие к реальности по практическому, управляемому преодолению неконтролируемо развивающегося экологического кризиса. К сожалению, их реальность зависит от значительного капиталовложения, что пока на Украине затруднительно.

Для того, чтобы определиться с конкретными, научно решаемыми задачами, в каждом случае хозяйственного вмешательства или коррекцией хода естественных изменений в экосистемах, в том числе и морских, требуется комплексное изучение всех составляющих экосистемы - биоты, биотопа и объединяющих их потоков энергии и веществ для определения:

* состава,

* особенностей хода характеристик естественного функционирования,

* всех реакций на предполагаемое воздействие,

* необходимой компенсации нежелательных последствий, в каждой части экосистемы.

Ввиду сложности структуры взаимодействия, многообразия реакций на вмешательство естественных экосистем, использование для оценки их состояния отдельных показателей или критериев неполноценно и может использоваться лишь для ограниченного числа задач.

Исследование свойств биотопа и природных процессов в нём приоритетны прежде всего в неразрушенных, нормально функционирующих системах, а существующие хозяйственные экосистемы следует ограничить на пути дальнейшего расширения изъятий природных ресурсов. Пока стремление к такому ограничению не принято международными правилами природопользования, необходимо незамедлительно начинать практическое внедрение натурного моделирования хозяйственно-восстановительных экологических задач на отдельных территориях.

Глобальные размеры антропогенных изменений в природе требуют соответствующих, согласованных в пределах планеты, ограничений вмешательства в естественные процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Биосфера и Ноосфера. // М. Доклады АН СССР, 33,-1945, - с.1-12
2. В.Л.Лебедев. Граничные поверхности в океане. Учебное пособие,- Москва, - Издательство Московского университета. - С ил. 193 с. - 1986.
3. В.В.Горшков, В.Г.Горшков, В.И.Данилов-Данильян, К.С.Лосев, А.М.Макарьева. Биотическая регуляция окружающей среды // Экология,-№2,-1999 год,- С.105-113.
4. Б.Л.Ушаков. Физиологическая структура популяции, возникающая в процессе термального отбора. // Генетика.- 1982.- т.XVIII, №5.- С.232-240.
5. И.Н.Дрегольская. Зависимость реакций на повышение температуры среды от исходного уровня теплоустойчивости особей одного генотипа. // Известия АН СССР. Серия биологическая.- 1987.- №2.- С.251-258.
6. Ю.Г.Юровский. Теоретические предпосылки в оценке экологического состояния прибрежной зоны морей. //Глобальная система наблюдений Чёрного моря. Фундаментальные и прикладные аспекты. Сборник научных трудов. Под редакцией В.Н.Еремеева Севастополь, НАНУ МГИ и Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии,- 2000,- стр.92-97.
7. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Том 2. Циклическая динамика в природе и обществе. М.: Научный мир, 1998, - 432 с.
8. В.В.Беляев, Л.А.Ковешников, В.К.Мачкевский, Ю.Т.Щетинин. Некоторые современные проблемы сохранения биосферы, эколого-экономическая система природопользования "Акваполис" - путь к сохранению природы и человека. //Системы контроля окружающей среды. Сборник научных трудов. /НАН Украины МГИ. - Севастополь, 1999, с.292-302.