

ПРИНЦИПИ ОЦІНКИ ТА ВИБОРУ ЗАХОДІВ ДЛЯ СПРИЯННЯ ПРОЦЕСАМ САМОРЕГУЛЯЦІЇ ДЕСТАБІЛІЗОВАНИХ ЕКОСИСТЕМ

О. В. Міхєєв

Інститут проблем природокористування та екології НАН України
вул. Володимира Мономаха, 6, м. Дніпро, 49000, Україна. E-mail: zestforest@ua.fm

Стосовно до екологічних систем проведено аналіз концептуальної сутності понять «стабільність» і «дестабілізація». Підкреслено, що при вирішенні проблем охорони природи і здійснення раціонального природокористування необхідно брати до уваги процеси саморегуляції, які забезпечують не тільки стабільність як таку, але й структурно-функціональну життєздатність і динаміку розвитку екологічних систем, задану їх еволюційною історією. Із системних позицій визначено та охарактеризовано головні принципи оцінки та вибору заходів для сприяння процесам саморегуляції екосистем, що знаходяться на різних етапах розвитку процесів дестабілізації. Саме збереження природних механізмів саморегуляції має бути метою природоохоронних зусиль – і водночас критерієм їх дієвості в контексті створення системи екологічно спрямованого природокористування. У свою чергу, це відкриває перспективу використання «м'якого» управління процесами «еко ↔ техно ↔ соціо» взаємодій з метою запобігання і нейтралізації негативних ефектів і оптимізації складних техноекосистем.

Ключові слова: екологічний імператив, природні механізми саморегуляції, техноекосистеми, раціональне природокористування, охорона довкілля.

ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ И ВЫБОРА МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ СОДЕЙСТВИЯ ПРОЦЕССАМ САМОРЕГУЛЯЦИИ ДЕСТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ

А. В. Михеев

Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины
ул. Владимира Мономаха, 6, г. Днепр, 49000, Украина. E-mail: zestforest@ua.fm

Применительно к экологическим системам проведен анализ концептуальной сущности понятий «стабильность» и «дестабилизация». Подчеркнуто, что при решении проблем охраны природы и осуществления рационального природопользования необходимо принимать во внимание процессы саморегуляции, которые обеспечивают не только стабильность как таковую, но и структурно-функциональную жизнеспособность и динамику развития экологических систем, заданную их эволюционной историей. С системных позиций определены и охарактеризованы основные принципы оценки и выбора мероприятий для содействия процессам саморегуляции экосистем, находящихся на разных этапах развития процессов дестабилизации. Именно сохранение природных механизмов саморегуляции должно быть целью природоохранных усилий – и одновременно критерием их эффективности в контексте создания системы экологически направленного природопользования. В свою очередь, это открывает перспективу использования «мягкого» управления процессами «эко ↔ техно ↔ социо» взаимодействий с целью предотвращения и нейтрализации негативных эффектов и оптимизации сложных техноэкосистем.

Ключевые слова: экологический императив, природные механизмы саморегуляции, техноэкосистемы, рациональное природопользование, охрана окружающей среды.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Сучасні тенденції техногенезу обумовлюють ситуацію, при якій природні екологічні системи все більш замінюються специфічними комплексними формаціями – складними техноекосистемами, які мають характерну структурно-функціональну організацію, а також способи регуляції, відмінні від природних. Стан природних екосистем в таких умовах здебільшого характеризується як певною мірою дестабілізований, що має прояви від спрощення первинної організації до значної деградації або руйнування.

Не викликає сумніву, що вирішення проблем відновлення та оптимізації дестабілізованих екосистем є нагальним науково-практичним завданням загальної та прикладної екології. Але також вочевидь, що розв'язання цієї життєво важливої задачі лише шляхом антропоцентристських адміністративно-управлінських директив і економічних важелів є неможливим – з огляду на те, що природні екосистеми є відкритими, здатними до саморегуляції біокосними системами, еволюційна історія яких значно перевищує не тільки час існування цих розроблених

людиною директив і важелів, але й історію самого *Homo sapiens* як біологічного виду.

Виходячи з цього, метою даної роботи є узагальнення існуючих концептуальних поглядів щодо визначення принципів оцінки та вибору заходів для сприяння процесам саморегуляції дестабілізованих екосистем.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Термін «дестабілізація» стосовно характеристики природних екосистем, що зазнають впливу з боку людини і його господарської діяльності, є досить поширеним і навіть певною мірою шаблонним. Проте реальний сенс цього терміну конкретизується досить рідко.

Яку екосистему слід вважати дестабілізованою? Чи є факт будь-якого втручання людини в її структурно-функціональну організацію показником дестабілізації?

У такому випадку всю планетарну екосистему – біосферу – без особливого перебільшення слід вважати дестабілізованою. З одного боку, для цього є підстави, що стають все більш вагомими протягом останніх 100 років. Але разом з тим емпіричні спо-

стереження показують, що навіть в умовах комплексної експлуатації людиною екосистеми суші і Світового океану продовжують існувати, функціонувати і навіть зберігають (до певної межі) здатність до відновлення і розвитку. У такому випадку якими є критерії, що дозволяють говорити про розвиток процесів їх дестабілізації? Це питання можна сформулювати інакше: що слід вважати екологічної стабільністю і які умови її визначають (порушення яких, власне, і обумовлює перехід екосистеми в дестабілізований стан)?

Тут слід зробити відступ і зазначити, що поняття «стабільність» в екологічній літературі є не тільки ще більш поширеним, але й більш дискутованим. Найбільшою мірою це проявляється в багатовимірному концептуальному полі, що інтегрує аналіз процесів і явищ «стабільність ↔ стійкість ↔ пластичність ↔ самоорганізація ↔ різноманіття ↔ ...», і погляди на ступінь їх тотожності або взаємозв'язку. З огляду на цю обставину дана стаття спрямована на більш вузьку – двовимірну – площину обговорення, обмежену протилежними векторами «стабільність – дестабілізація екосистем».

Отже, що саме є *стабільністю* екосистеми, і які ознаки можна розглядати як прояви дестабілізації, яка виникає під дією чужорідного зовнішнього впливу і може мати наслідки, які виходять за межі припустимих порогів трансформації природних систем?

Стабільність передбачає наявність стану внутрішньої динамічної рівноваги природної системи, яка підтримується регулярним відновленням її основних структур, постійною функціональною саморегуляцією її компонентів, процесами матеріального, енергетичного та інформаційного обміну між компонентами та з зовнішнім середовищем [1–9].

Будь-яка екосистема у наявному вигляді є результатом довгочасного розвитку, що передував, під час якого відбувався процес своєрідного відбору вдалих варіантів природних «рішень» та їх урівноваження з умовами середовища. Біотичні угруповання у складі екосистем також формуються не випадковим чином. В процесі еволюції вони повинні досягнути такого видового багатства і такої складності, які сумісні з виживанням більшості популяцій і оптимальним використанням наявних ресурсів [4, 6, 8–12]. Саме так формуються відповідні матеріально-енергетичні та інформаційні зв'язки, процеси створення первинної та вторинної продукції, структура трофічних рівнів, популяції та угруповання мікроорганізмів, рослин і тварин, а також загальне біологічне різноманіття – все, що характеризує структурно-функціональну організацію екосистеми.

Виходячи з цього, *стабільною* слід розглядати таку природну екологічну систему, в якій динамічні кількісні зміни структурної організації, функціональних властивостей і різноманіття біотичних компонентів не призводять до якісних перетворень, які б не відповідали її еволюційному розвитку у певних ландшафтно-географічних умовах.

Повертаючись до питання, сформульованого з самого початку, необхідно визначити – які саме екосистеми слід розглядати як дестабілізовані?

Вочевидь, що протилежно від *стабільної* екосистеми, властивості екосистеми *дестабілізованої* є

такими, що не дозволяють ефективного здійснення природних механізмів саморегуляції, які б забезпечували підтримку рівноваги і спроможність структурно-функціонального розвитку як на рівні окремих компонентів, так і системи в цілому.

Відповідно можна сформулювати, що *дестабілізованою* є екосистема, в якій механізми саморегуляції перестають бути вирішальним фактором збереження характерних для неї структурно-функціональних параметрів, що відображають історію її розвитку. На тлі поширення процесів дестабілізації ці механізми можуть продовжувати діяти, але в іншому кількісному і якісному «форматі», що не гарантує закладену в первинній екосистемі траєкторію розвитку. Тобто ефективна саморегуляція дестабілізованої екосистеми можлива, але стає одним з випадкових варіантів розвитку подій, а не закономірністю.

Таким чином, основним критерієм, що визначає координати екосистеми, яка відчуває вплив техногенних факторів, у площині «стабільність – дестабілізація» є не стільки характер зазначеного впливу, скільки ефективність процесів саморегуляції. У свою чергу, регуляція взаємодій техно- та біосфери в межах раціонального (екологічно спрямованого) природокористування (з акцентом на нагальну необхідність вирішення проблем відновлення та оптимізації дестабілізованих екосистем) повинна будуватися на основі імперативу збереження і підтримки еволюційно вироблених процесів природної саморегуляції. Розробка і запровадження відповідних управлінських рішень та заходів вимагає визначення принципів їх оцінки та вибору.

Якими є ці принципи? Інтегральний аналіз існуючих поглядів, концепцій і напрацювань [1–3, 13–33] дозволяє із системних позицій визначити такі головні принципи оцінки та вибору заходів для сприяння процесам саморегуляції екосистем, що знаходяться на різних етапах розвитку процесів дестабілізації.

ПРИНЦИП ПРІОРИТЕТУ ЕКОСИСТЕМНИХ ЗАКОНІВ

Має найбільш загальний характер і включає в себе ряд положень:

- Всі природні об'єкти і процеси у всьому розмаїтті їх якісних і кількісних проявів сформувалися, існують і взаємодіють незалежно від наміру і діяльності людини. Збалансоване функціонування природних і дестабілізованих екосистем (у тому числі у межах складних техноекосистем) досягається за рахунок саморегуляції, причому з пріоритетом природних механізмів.

- Господарська діяльність людини повинна підкорятися «екологічному імперативу» – обмеженням, що покладаються природними законами на розвиток цивілізації – «Жити по досвіду всього, що відбувається в природі» (так звана аксіома дотримання законів природи Хрисиппа – Любищева). З цього випливає, що «вірним» може бути визнано тільки те, що не порушує екологічну рівновагу, яка існує в природі, і механізми підтримки цієї динамічної рівноваги (тобто механізми саморегуляції). Розробка

заходів оптимізації дестабілізованих екосистем повинна будуватися на принциповому розумінні пріоритету екологічних вимог, що передбачає віддавати перевагу вимогам збереження природного середовища перед вимогами економічного зростання.

- Природоохоронні зусилля щодо регуляції взаємодії техногенних і природних об'єктів (включаючи регламентацію характеру і величини техногенних факторів) повинні керуватися законами розвитку біологічних систем і формуватися лише на основі біологічних наслідків впливу таких факторів. При цьому обґрунтування екологічних нормативів треба проводити на основі вивчення законів існування і розвитку природних, не змінених техногенним впливом екосистем та їх компонентів.

Таким чином, існування техноекосистем має підкорятися законам природних екосистем. Зокрема, оптимальна структура техноекосистеми повинна бути детермінованою станом певної природної екосистеми.

ПРИНЦИП БЕЗПЕРЕРВНОСТІ

Також включає кілька аспектів:

- Природа – у всіх своїх різноманітних проявах у межах біосферної оболонки – безперервна. Слід враховувати, що будь-яке виокремлення частини з цілого (незалежно від цілей такого виокремлення – господарських, дослідницьких, природоохоронних тощо) певною мірою довільно, штучно, суб'єктивно і обмежується повнотою наших знань.

- Природні екосистеми зазнають безперервних змін на всіх рівнях своєї організації, а також у різних масштабах простору і часу. Це породжує безперервні ряди явищ; між двома станами завжди можна встановити проміжні.

- Процеси саморегуляції живих систем також діють безперервно, оскільки є найважливішою умовою збереження їх життєздатності, функціональності та можливості розвитку.

- Практична сторона даного принципу полягає в тому, що, з одного боку, неприпустимими є будь-які антропогенні впливи, що призводять до порушення цілісності екосистем та їх ключових елементів, викликають їх фрагментацію та ізоляцію, а також руйнують природні процеси у всіх їх просторово-часових вимірах. З іншого боку, слід наголосити, що наші зусилля по охороні і підтримці стабільності природних екосистем (так само як і по відновленню та оптимізації їх дестабілізованих варіантів) також повинні бути безперервними. Разові природоохоронні заходи в умовах постійно зростаючого техногенного пресингу не можуть бути повною мірою ефективними.

ПРИНЦИП КІБЕРНЕТИЧНОЇ ПРИРОДИ ЕКОСИСТЕМ

Дозволяє через призму процесів інформаційного характеру більш комплексно підійти до вивчення функціонування природних і дестабілізованих екосистем (у тому числі в межах складних техноекосистем).

Екологічні системи мають кібернетичну організацію; значна частина взаємодій в них (у тому числі й в умовах техногенної трансформації) носить інформаційний (нелінійний) характер. Інформаційні

процеси нерозривно об'єднані з матеріальними та енергетичними явищами і зв'язками, і грають при цьому цільну, організуючу роль.

Вплив на систему зовнішніх факторів опосередковується внутрішньосистемними функціональними зв'язками. Саме на цій основі будується механізм саморегуляції екосистем, в якому зовнішні фактори виконують роль тригерів, які запускають внутрішні механізми регуляції.

Інформаційні потоки, які проходять у біоті при здійсненні нею регулюючих впливів, за своєю ефективністю, на думку В.І. Данилова-Данильяна [17], на кілька порядків перевершують гіпотетичні можливості техносфери. Звідси випливає, що людство при всьому своєму бажанні не в змозі замінити біоту в її регулюючій функції по відношенню до навколишнього середовища.

У свою чергу, заходи підвищення стійкості дестабілізованих екосистем повинні бути орієнтовані на кінцеву мету формування їх кібернетичної структури з прогнозованою диференціацією ключових функціональних блоків (передавачі, приймачі, канали зв'язку, регулятори). Саме це є запорукою запуску та ефективного здійснення різноманітних механізмів природної саморегуляції.

Таким чином, природоохоронні зусилля повинні бути спрямовані не тільки на дослідження та підтримку окремих процесів (технологічних, економічних, природних тощо), але, насамперед, на забезпечення формування і функціонування взаємозв'язків між різними компонентами.

Даний принцип визначає, що неприпустимими є форми господарського використання природних екосистем, які викликають ослаблення природних властивостей і функцій біоти (включаючи видоспецифічні поведінкові реакції представників зооценозу), руйнування інформаційно важливих елементів середовища існування біотичних компонентів, а також порушення просторово-часових каналів передачі матерії, енергії та інформації.

ПРИНЦИП ЄДНОСТІ ЕКОСИСТЕМНИХ СТРУКТУР І ФУНКЦІЙ

Під час вибору технологічних рішень і плануваних природоохоронних заходів у режимі «м'якого» управління (що здійснюється як непрямої, опосередкований вплив на природу з використанням природних механізмів саморегуляції, еволюційно вироблених і реально існуючих) має враховуватися, що для здійснення природної саморегуляції необхідні як структурні, так і функціональні елементи екосистем; жоден з них не повинен розглядатися як винятковий об'єкт охорони і відновлення. Це вимагає збереження структурно-функціональної організації екосистем у всій їх єдності та цілісності.

Для підтримки механізмів природної саморегуляції екосистем необхідно зберігати складові частини цих механізмів: це, насамперед, структурно-функціональні ядра екосистем з оптимальним рівнем різноманіття найважливіших видів, діапазон екологічного середовища яких не виходить за межі зони толерантності.

ПРИНЦИП НЕОБХІДНОГО БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Під час розробки заходів щодо сприяння механізм природної саморегуляції екосистем треба брати до уваги не лише самі біотичні компоненти як такі, сприймаючи їх як окремі об'єкти охорони. Необхідним є інтегральний підхід щодо їх розгляду як складових компонентів біорізноманіття різних рівнів, яке є умовою підтримки структурно-функціональної організації екосистем. Тобто життєздатними можуть бути лише екологічні системи з мінімально необхідним рівнем біорізноманіття, що відповідає історії їх еволюційного розвитку у певних ландшафтно-географічних умовах.

У свою чергу, підтримка збалансованості екосистем (у тому числі дестабілізованих) можлива лише в межах збереження повноцінного біорізноманіття. Саме збереження такого різноманіття і повинно бути критерієм оцінки зусиль щодо досягнення збалансованого функціонування складних техноекосистем, а також цілеспрямованого формування вторинних екосистем на техногенно-перетворених територіях.

ПРИНЦИП ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ

Як зазначав Людвіг фон Берталанфі, життя – це не стільки структура, скільки процес, що формує та підтримує структуру. Тому розробка заходів щодо оптимізації дестабілізованих екосистем за рахунок механізмів природної саморегуляції обов'язково повинна включати в себе вирішення питань щодо забезпечення реалізації еволюційно вироблених процесингових взаємодій (матеріальних, енергетичних, інформаційних) біотичних компонентів між собою та з середовищем існування.

ПРИНЦИП БІОГЕННОГО СЕРЕДОВИЩЕПЕРЕТВОРЕННЯ

Природні екосистеми виконують найважливіші середовищеперетворюючі функції, що забезпечують регуляцію умов довкілля і стабілізацію біосферного балансу, тому повинні розглядатися як ключовий біосферний ресурс.

На сучасному рівні розвитку людської цивілізації неможлива і недоцільна передача регулятивної функції біоти технічним системам, які при всій своїй технологічній потужності не в змозі замінити живі системи – оскільки спрямовані, перш за все, на перетворення середовища і переробку його елементів в інтересах людини (економічних, політичних, соціальних).

З цього випливає, що критерієм доцільності та припустимості будь-яких впливів під час здійснення господарської діяльності, а також вибору стратегій природоохоронних заходів повинна бути підтримка середовищеперетворюючих функцій біоти, як необхідної умови збереження здатності екосистем до самовідтворення та підтримання стійкості в умовах природних і антропогенних змін. Це повинно знаходити відображення у системі нормативних показників стану середовища і впливу людини на нього (із включенням до цієї системи характеристик біогенного середовищеперетворення), а також під час проведення екологічної експертизи господарських про-

ектів, де необхідно передбачити оцінку їх впливу на середовищеперетворюючі функції біосистем.

При цьому слід наголосити, що продуктивність екосистем, загальні запаси органіки, інтенсивність біогеохімічних кругообігів визначаються в першу чергу (хоча і не цілком) середовищеперетворюючою функцією рослинності. Екологічно дестабілізоване середовище здатне до початкового етапу самовідновлення тільки при наявності повноцінного рослинного покриву. Але, оскільки такий початковий етап не є вичерпним, середовищеперетворюючі функції зооценозу також повинні розглядатися як найважливіша складова механізмів природної саморегуляції (що впливає з ряду вищенаведених принципів – «Принципу єдності екосистемних структур і функцій», «Принципу збереження процесів» тощо).

ПРИНЦИП НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Будь-яким техноекосистемам – як складним багатоконпонентним формаціям, пронизаним природними, технічними, соціальними та економічними процесами – притаманним є певний припустимий для даних процесів 1) інтервал невизначеності зовнішнього середовища і 2) інтервал ризику організації та управління, які наростають, супроводжуючі розвиток складної системи.

Відповідно, збільшення складності систем обумовлює зростання невизначеності майбутніх подій. Цьому зростанню повинно відповідати компенсаторне збільшення рівня складності управління системою, при якому цілями загального природоохоронного менеджменту (в тому числі управління ризиками) стають зниження 1) рівня невизначеності «сьогодення», 2) невизначеності майбутніх подій і 3) невизначеності прийняття рішень.

Необхідно наголосити, що саме науково обгрунтовані заходи щодо нейтралізації негативних техногенних впливів і відновлення дестабілізованих природних компонентів здатні забезпечити передбачуване майбутнє в плані прогнозу змін біосфери і збереження структурно-функціональної організації екосистем.

У контексті екологічно обгрунтованого природокористування (заснованого на концепції «м'якого» управління) даний принцип характеризує активізацію природних саморегуляційних механізмів дестабілізованих екосистем як беззастережну передумову для зниження ризику непередбачених ефектів від безконтрольного втручання людини в природні, еволюційно вироблені екологічні процеси.

З огляду на «Принцип кібернетичної природи екосистем» тут також необхідно виокремити нелінійний, інформаційний аспект: саме забезпечення необхідних інформаційних взаємодій (у комплексі з матеріально-енергетичними) між компонентами екосистеми (так саме як між техно- та екосферою) сприяє зниженню ентропійності процесів, тобто їх невизначеності (в тому числі і в плані управління техногенними впливами).

ПРИНЦИП ПРИПУСТИМОСТІ ПОРУШЕНЬ

Природні порушення різного масштабу (в тому числі кризи) одночасно є результатом накопичення протиріч в ході розвитку – і способом їх подолання.

Будь-яке природне порушення екологічної рівноваги означає процес переходу до деякої нової рівноваги. Як справедливо зазначав О.О. Богданов, «рівновага є окремим випадком кризи».

Таким чином, охорона існуючого в природі структурно-функціонального розмаїття не вимагає запобігання певних порушень, які в екологічних системах відбуваються постійно (наприклад – утворення вільних ділянок, формування мозаїчності угруповань, нові сукцесії, міграції видів, спади чисельності тощо) і багато в чому визначають спрямованість і динаміку розвитку.

На жаль, нерівноважні параметри екологічних систем (слабка передбачуваність, нестабільність, стохастичність тощо) поки ще не знайшли належного відображення в природоохоронній практиці, що, як зазначає А. Морі [24], часто веде до непередбачених наслідків і до недосяжних природоохоронних цілей. Виходячи з цього, практичний зміст даного принципу характеризують такі ключові моменти:

- вибір тих чи інших способів впливу на природне середовище має бути спрямованим на прийняття рішень, при яких фактори, що ініціюються промисловою діяльністю, не повинні посилювати природні порушення (флуктуації), що постійно відбуваються в природі, або ініціювати нові природні процеси, що не є властивими для еволюційної історії даної екосистеми;

- пріоритетним повинен бути вибір технологій природокористування, що знижують частоту і інтенсивність техногенних (тобто чужорідних) порушень, які вносяться в природу;

- необхідно є розробка стандартів оцінки навколишнього середовища, які б враховували флуктуючу природу екосистем і забезпечували би баланс між превентивними і відновлюючими заходами.

ПРИНЦИП БІОСФЕРО-СУМІСНИХ КРУГООБІГІВ

Концепція «м'якого» управління з використанням механізмів природної саморегуляції дозволяє розглядати в якості пріоритетних ті природоохоронні та технологічні рішення, які сприяють наділенню техноекосистем (що включають природні екосистеми з різним ступенем дестабілізації) біосферними функціями, в тому числі – середовищеперетворюючими.

Метою практичних розробок у цьому напрямку є пошук шляхів оптимального і безболісного включення промислових територій, сільськогосподарських угідь, а також штучних і модифікованих екосистем у біосферні процеси через спрямоване формування відповідних біосферо-сумісних кругообігів.

Наочним прикладом практичного застосування даного принципу є природоохоронні проекти ІППЕ НАНУ по включенню порушених і рекультивованих земель в структуру екологічних мереж різного масштабу.

ПРИНЦИП НЕПРИПУСТИМОГО РІВНЯ ТЕХНОГЕННИХ ВПЛИВІВ

Екологічно обґрунтований вибір технологій природокористування повинен бути основаним на визначенні пріоритету таких технологічних заходів, вплив яких не перевищує певний допустимий поріг,

за яким починаються незворотні зміни у природних системах. Критеріями визначення вказаного порогу є суто біологічні наслідки таких впливів. Відповідно, заходи оптимізації дестабілізованих екосистем повинні базуватися на біологічному обґрунтуванні обмеження факторів, що порушують механізми екосистемної саморегуляції.

Враховуючи своєрідність (і, у певному ступені, унікальність) природних систем і варіативність реагування біотичних компонентів на різні зовнішні впливи, вочевидь, що для кожного типу дестабілізованих екосистем повинна бути розроблена відповідна шкала обмежень стосовно дії техногенних чинників.

Таким чином, економічні інтереси виробництва повинні бути співвідношенні – і обмежені – відповідно до вимог збереження необхідного запасу стійкості екосистем та їх здатності до саморегуляції.

Важливим аспектом цього принципу є положення про те, що дотримання неприпустимого рівня техногенних впливів повинно не лише супроводжувати поточний процес природокористування, але й враховувати перспективу можливості самовідновлення біоти після зняття техногенного навантаження (після вичерпання родовищ, припинення діяльності підприємств тощо).

ПРИНЦИП ПРЕВЕНТИВНОГО ОБЛІКУ НЕГАТИВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ

Вибір доступних технологій природокористування і коригування потенційно небезпечних впливів, які можуть зачіпати здатність екосистем до саморегуляції, може (і, в ідеалі, повинен) мати упереджувальний характер. Тобто на стадії прийняття рішень необхідно прагнути до усунення тих видів техногенного впливу, які негативно впливають на структурно-функціональну основу екосистеми.

Даний принцип може бути доповнений так званним «*Принципом обережності*» у такому формулюванні: застосування ефективних заходів з охорони навколишнього середовища – особливо у випадках загрози серйозних або незворотних втрат – повинно здійснюватися навіть при відсутності повних наукових даних про структурно-функціональні параметри екосистем та можливості їх саморегуляції.

ПРИНЦИП СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Під сталим розвитком мається на увазі такий економічний розвиток, в якому немає протиріч між соціальними, економічними та екологічними інтересами, тобто вони повинні бути збалансовані з урахуванням забезпечення інтересів наступних поколінь. Людина повинна прагнути використовувати природу, її закони і власні можливості для створення умов, що гарантують збереження і подальший розвиток людського суспільства і біосфери Землі. При цьому етичні норми і правила повинні так само поширюватися як на взаємодію людей, так і на їх взаємодію з природою.

Виходячи зі свого смислового змісту, концепція сталого розвитку акцентована на пріоритеті не тільки *стійкості*, як такої, але й на *розвитку* суспільних, економічних і екологічних систем, а також на динамічності і стійкості їх взаємодій. Забезпечення сталого функціонування суб'єктів господарювання

повинно супроводжуватися постійною діагностикою їх діяльності, що дозволяє визначити і зрівняти величину рівня ризиків умовам сталого розвитку. При цьому особливу увагу необхідно приділяти найбільш чутливим параметрам, так як вони більшою мірою схильні до швидких змін.

Поняття «сталого розвитку» є багатограним і в контексті природоохоронної діяльності включає збереження природних та відновлення дестабілізованих екологічних систем. У свою чергу, їх функціональна життєздатність і динамічний сталий розвиток можуть бути досягнуті лише за рахунок збереження такої системної властивості біоти, як саморегуляція. Одним із основних способів пом'якшення глобальних екологічних проблем є скорочення техногенного впливу на біосферу до рівня, при якому біота повернеться в необурений стан і зможе стійко залишатися в ньому, виконуючи свою регулюючу функцію.

ВИСНОВКИ. Таким чином, з огляду на складність екологічних, економічних і соціальних явищ і процесів, проблеми охорони природи і здійснення екологічного природокористування за своїм науковим змістом виявляються значно ширше поняття «екологічної стабільності». Необхідно брати до уваги процеси саморегуляції, які забезпечують не тільки стабільність як таку, але й структурно-функціональну життєздатність і динаміку розвитку екологічних систем, задану їх еволюційною історією.

Комплексне вивчення феномену саморегуляції дозволяє обґрунтувати принципи оцінки та вибору заходів для сприяння її підтримці в межах дестабілізованих екосистем. У свою чергу, це відкриває перспективу використання «м'якого» управління процесами «еко ↔ техно ↔ соціо» взаємодій з метою запобігання і нейтралізації негативних ефектів і оптимізації складних техноекосистем, в яких природна складова знаходиться на різних етапах дестабілізації.

Саме збереження механізмів природної саморегуляції має бути метою природоохоронних зусиль – і одночасно критерієм їх дієвості в контексті створення системи раціонального (екологічного) природокористування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голубець М.А. Саморегуляційні механізми в живих системах біосфери // Екологія та ноосферологія. – 1995. – Т. 1, № 1–2. – С. 22–37.
2. Чернавский Д.С. Синергетика и информация (динамическая теория информации). – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.
3. May R.M., McLean A.R. Theoretical Ecology. Principles and Applications. – Oxford: Oxford University Press, 2007. – 257 pp.
4. Емельянов И.Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем. – К., 1999. – 168 с.
5. Шилов И.А. Экология. – М.: Высшая школа, 2001. – 512 с.
6. Bezabih M., Gebäck T. Environmental change and the contribution of biodiversity to ecosystem adaptation // Natural Resource Modelling. – 2010. – Vol. 23, № 2. – P. 253–284.

7. Reuter H., Jopp F., Blanco-Moreno J.M., Damgaard C., Matsinos Y., DeAngelis D.L. Ecological hierarchies and self-organisation – Pattern analysis, modelling and process integration across scales // Basic and Applied Ecology. – 2010. – Vol. 11, № 7. – P. 572–581.

8. Cadotte M.W., Carscadden K., Mirotchnick N. Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services // Journal of Applied Ecology. – 2011. – Vol. 48, № 5. – P. 1079–1087.

9. Turnbull L.A., Levine J.M., Loreau M., Hector A. Coexistence, niches and biodiversity effects on ecosystem functioning // Ecology Letters. – 2013. – Vol. 16, Supplement s1. – P. 116–127.

10. Jørgensen S.E. Ecosystem ecology. – Amsterdam: Elsevier, 2009. – 521 pp.

11. Klemmer A.J., Wissinger S.A., Greig H.S., Ostrofsky M.L. Nonlinear effects of consumer density on multiple ecosystem processes // Journal of Animal Ecology. – 2012. – Vol. 81, № 4. – P. 770–780.

12. Norris K. Biodiversity in the context of ecosystem services: the applied need for systems approaches // Phil. Trans. R. Soc. B. – 2012. – Vol. 367. – P. 191–199.

13. Чернышенко С.В. Нелинейные методы анализа динамики лесных биогеоценозов. – Д.: Изд-во ДНУ, 2005. – 512 с.

14. Букварева Е.Н., Алещенко Г.М. Задача оптимизации взаимоотношения человека и живой природы и стратегии сохранения биоразнообразия // Успехи современной биологии. – 1994. – Т. 114, Вып. 2. – С. 133–143.

15. Шапарь А.Г., Полищук С.З., Антонов В.В., Шматков Г.Г., Горовая А.И., Грищан Н.П., Зайцева Л.М., Копач П.И., Азаров В.С., Хазан В.Б., Кушинов Н.В. Методические подходы к выбору стратегии устойчивого развития территории / Под ред. А.Г. Шапаря. – Д., 1996. – Т. 1 – 162 с.; Т. 2 – 170 с.

16. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П., Бурцев Л.И. Охрана окружающей среды при освоении земных недр // Вестник Российской академии наук. – 1998. – Т. 68, № 7. – С. 629–637.

17. Краснощеков Г.П., Розенберг Г.С. Экология "в законе" (теоретические конструкции современной экологии в цитатах и афоризмах). – Тольятти, 2001. – 248 с.

18. Кряжмский Ф.В., Большаков В.Н. Функционально-экологическая роль биологического разнообразия в популяциях и сообществах // Экология. – 2008. – № 6. – С. 403–410.

19. Шапарь А.Г. Ноосферні міркування щодо деяких шляхів відтворення біорізноманіття // Екологія і природокористування: збірник наукових праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – 2008. – Вип. 11. – С. 6–10.

20. Шматков Г.Г. Некоторые размышления о нравственности в отношении к окружающей природной среде // Екологія і природокористування: збірник наукових праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – 2008. – Вип. 11. – С. 11–17.

21. Mäler K.G. Sustainable development and resilience in ecosystems // *Environmental and resource economics*. – 2008. – Vol. 39, № 1. – P. 17–24.

22. Міхеев О.В. Біоцентричні принципи оптимізації складних техноекосистем шляхом вибору адекватних технологічних рішень // *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. – 2016. – Вип. 3 (98), Ч. 1. – С. 106–112.

23. Павлов Д.С., Стриганова Б.Р., Букварева Е.Н. Экологическая концепция природопользования // *Вестник Российской академии наук*. – 2010. – Т. 80, № 2. – С. 131–140.

24. Mori A.S. Ecosystem management based on natural disturbances: hierarchical context and non-equilibrium paradigm // *Journal of Applied Ecology*. – 2011. – Vol. 48, № 2. – P. 280–292.

25. Wilson K.A., Lulow M., Burger J., Fang Y.-C., Andersen C., Olson D., O'Connell M., McBride M.F. Optimal restoration: accounting for space, time and uncertainty // *Journal of Applied Ecology*. – 2011. – Vol. 48, № 3. – P. 715–725.

26. Громова Е.Н., Гетьман Е.Л. Теоретико-концептуальные основы экономико-экологического учета в ходе разработки и реализации природопреобразующих проектов // *Економічні інновації*. – 2012. – Вип. 48. – С. 94–106.

27. Milner-Gulland E.J. Interactions between human behaviour and ecological systems // *Phil. Trans. R. Soc. B*. – 2012. – Vol. 367. – P. 270–278.

28. Lade S.J., Tavoni A., Levin S.A., Schlüter M. Regime shifts in a social-ecological system // *Theoretical Ecology*. – 2013. – Vol. 6, № 3. – P. 359–372.

29. Безденежных В.М. Проблемы управления неопределенностью и риском при функционировании сложных систем // *Актуальные вопросы инновационной экономики*. – 2014. – № 8. – С. 5–19.

30. Anderies J.M. Embedding built environments in social-ecological systems: resilience-based design principles // *Building Research and Information*. – 2014. – Vol. 42, № 2. – P. 130–142.

31. Thorén H. Resilience as a Unifying Concept // *International Studies in the Philosophy of Science*. – 2014. – Vol. 28, № 3. – P. 303–324.

32. Андрейко Г.П. Экология информационного пространства. – Х., 2015. – 111 с.

33. Михеев А.В. Феномен сложной техноэкосистемы в свете концепции биологического разнообразия // *Екологія і природокористування: Збірник наукових праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України*. – 2015. – Вип. 19. – С. 61–70.

THE PRINCIPLES OF ESTIMATION AND SELECTION OF MEASURES TO PROMOTE THE PROCESSES OF SELF-REGULATION OF DESTABILIZED ECOSYSTEMS

A. Mikheyev

Institute for Nature Management Problems and Ecology of NAS of Ukraine

vul. Volodimir Monomakha, 6, Dnipro, 49000, Ukraine. E-mail: zestforest@ua.fm

Purpose. As applied to ecological systems, the conceptual essence of the concepts "stability" and "destabilization" has been analyzed. **Results.** It has been emphasized that when solving the problems of nature protection and the implementation of rational nature management, it is necessary to take into account the processes of self-regulation that provide not only stability as such, but also the structural and functional viability and dynamics of the development of ecological systems determined by their evolutionary history. From the system positions, the main principles of the assessment and selection of measures for promoting the processes of self-regulation of ecosystems located at different stages of the destabilization processes have been defined and characterized. **Originality.** It is the preservation of the natural mechanisms of self-regulation should be the goal of environmental efforts – and at the same time the criterion of their effectiveness in the context of creating an environmentally directed nature management. In turn, this opens up the prospect of using "soft" management of the processes of "eco" ↔ "techno" ↔ "social" interactions to prevent and neutralize negative effects and optimize complex technoecosystems. References 33.

Key words: ecological imperative, natural mechanisms of self-regulation, technoecosystems, rational nature management, environmental protection.

REFERENCES

1. Golubets, M.A. (1995), "Self-regulation in the living systems of the biosphere", *Ecology and Noosferology*, vol. 1, no. 1–2, pp. 106–112.

2. Chernavsky, D.S. (2004), *Sinergetika i informatsiya (dinamicheskaya teoriya informatsii) [Synergetics and information (dynamic information theory)]*, Moscow, Russia.

3. May, R.M., McLean, A.R. (2007), *Theoretical Ecology. Principles and Applications*, Oxford, Great Britain.

4. Emelyanov, I.G. (1999), *Raznoobrazie i ego rol v funktsionalnoy ustoychivosti i evolyutsii ekosistem [Diversity and its role in the functional stability and evolution of ecosystems]*, Kyiv, Ukraine.

5. Shilov, I.A. (2001), *Ekologia [Ecology]*, Vyshaya shkola, Moscow, Russia.

6. Bezabih, M., Gebäck, T. (2010), "Environmental change and the contribution of biodiversity to ecosystem adaptation", *Natural Resource Modelling*, vol. 23, no 2, pp. 253–284.

7. Reuter, H., Jopp, F., Blanco-Moreno, J.M., Damgaard, C., Matsinos, Y., DeAngelis, D.L. (2010), "Ecological hierarchies and self-organisation – Pattern analysis, modelling and process integration across scales", *Basic and Applied Ecology*, vol. 11, no. 7, pp. 572–581.

8. Cadotte, M.W., Carscadden, K., Mirotnick, N. (2011), "Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services", *Journal of Applied Ecology*, vol. 48, no 5, pp. 1079–1087.

9. Turnbull, L.A., Levine, J.M., Loreau, M., Hector, A. (2013), "Coexistence, niches and biodiversity effects

on ecosystem functioning", *Ecology Letters*, vol. 16, Supplement s1, pp. 116–127.

10. Jørgensen, S.E. (2009), *Ecosystem ecology*, Amsterdam, Netherlands.

11. Klemmer, A.J., Wissinger, S.A., Greig, H.S., Greig, H.S., Ostrofsky, M.L. (2012), "Nonlinear effects of consumer density on multiple ecosystem processes", *Journal of Animal Ecology*, vol. 81, no 4, pp. 770–780.

12. Norris, K. (2012), "Biodiversity in the context of ecosystem services: the applied need for systems approaches", *Phil. Trans. R. Soc. B*, vol. 367, pp. 191–199.

13. Chernyshenko, S.V. (2005) *Nelineynyye metody analiza dinamiki lesnykh biogeotsenozov* [Nonlinear methods for analyzing the dynamics of forest biogeocenoses], Dnepropetrovsk, Ukraine.

14. Bukvareva, E.N., Aleshchenko, G.M. (1994), "The problem of optimizing the relationship between Man and Nature and strategies of biodiversity protection", *Successes of modern biology*, vol. 114, no. 2, pp. 133–143.

15. Shapar, A.G., Polishchuk, C.Z., Antonov, V.V., Shmatkov, G.G., Gorovaya, A.I., Gritsan, N.P., Zaytseva, L.M., Kopach, P.I., Azarov, V.S., Khazan, V.B., Kushinov N.V. (1996), *Methodical approaches to the choice of the strategy of sustainable development of territory* [Metodicheskie podhodyi k vyboru strategii ustoychivogo razvitiya territorii], Dnepropetrovsk, Ukraine.

16. Trubetskoy, K.N., Galchenko, Y.P., Burtsev, L.I. (1998), "Protection of the environment during the development of the Earth's interior", *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, vol. 68, no. 7, pp. 629–637.

17. Krasnoshchekov, G.P., Rozenberg G.S. (2001), *Ekologiya "v zakone" (teoreticheskiye konstruktivnyye sovremennoy ekologii v tsitatakh i aforizmakh)* [Ecology "in law" (theoretical constructions of modern ecology in quotations and aphorisms)], Toliyatti, Russia.

18. Kryazhimskiy, F.V., Bol'shakov, V.N. (2008), "The functional and ecological role of biological diversity in populations and communities", *Ecology*, no. 6, pp. 403–410.

19. Shapar, A.G. (2008), "Noospheric considerations about some ways of biodiversity restoration", *Ecology and Nature management: scientific research works of the Institute for Nature management problems and ecology of NAS of Ukraine*, vol. 11, pp. 6–10.

20. Shmatkov, G.G. (2008), "Some thoughts of morality in attitude towards nature environment", *Ecology and Nature management: scientific research works of the Institute for Nature management problems and ecology of NAS of Ukraine*, vol. 11, pp. 11–17.

21. Mäler, K.G. (2008), "Sustainable development and resilience in ecosystems", *Environmental and resource economics*, vol. 39, no. 1, pp. 17–24.

22. Mikheyev, A.V. (2016), "Biocentric principles of complex technoecosystems optimization by the choice of adequate technological solutions", *Bulletin of the Mikhail Ostrogradsky Kremenchug National University*, vol. 3 (98), no. 1, pp. 106–112.

23. Pavlov, D.S., Striganova, B.R., Bukvareva, E.N. (2010), "Ecocentric concept of Nature management", *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, vol. 80, no. 2, pp. 131–140.

24. Mori, A.S. (2011), "Ecosystem management based on natural disturbances: hierarchical context and non-equilibrium paradigm", *Journal of Applied Ecology*, vol. 48, no. 2, pp. 280–292.

25. Wilson, K.A., Lulow, M., Burger, J., Fang, Y.-C., Andersen, C., Olson, D., O'Connell, M., McBride, M.F. (2011), "Optimal restoration: accounting for space, time and uncertainty", *Journal of Applied Ecology*, vol. 48, no. 3, pp. 715–725.

26. Gromova, E.N., Getman, E.L. (2012), "Theoretical and conceptual bases of economic and environmental accounting during the development and implementation of nature-transforming projects", *Economical innovations*, vol. 48, pp. 94–106.

27. Milner-Gulland, E.J. (2012), "Interactions between human behaviour and ecological systems", *Phil. Trans. R. Soc. B*, vol. 367, pp. 270–278.

28. Lade, S.J., Tavoni, A., Levin, S.A., Schlüter, M. (2013), "Regime shifts in a social-ecological system", *Theoretical Ecology*, vol. 6, no 3, pp. 359–372.

29. Bezdenezhnykh, V.M. (2014), "Problems of uncertainty and risk management in the operation of complex systems", *Topical issues of innovative economy*, no. 8, pp. C. 5–19.

30. Anderies, J.M. (2014), "Embedding built environments in social-ecological systems: resilience-based design principles", *Building Research and Information*, vol. 42, no 2, pp. 130–142.

31. Thorén, H. (2014), "Resilience as a Unifying Concept", *International Studies in the Philosophy of Science*, vol. 28, no 3, pp. 303–324.

32. Andreyko, G.P. (2015), *Ekologiya informatsionnogo prostranstva* [Ecology of information space], Kharkov, Ukraine.

33. Mikheyev, A.V. (2015), "Phenomenon of complex technoecosystem in the light of the biological diversity concept", *Ecology and Nature management: scientific research works of the Institute for Nature management problems and ecology of NAS of Ukraine*, vol. 19, pp. 61–70.

Стаття надійшла 13.06.2017.