
ЕКОЛОГІЯ. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 574+530.1

С. К. АСЛАНОВ, д-р фіз.-мат. н., професор

*Одеський державний університет,
кафедра теоретичної механіки
65026, Одеса, вул. Дворянська, 2*

СИНЕРГЕТИКА Й ЕКОЛОГІЯ

У застосуванні до екологічних систем синергетична проблема розглянута в зв'язку з необхідністю прогнозувати наслідки втручання в природні процеси. В основу моделювання покладено універсальну ознаку динамічної рівноваги.

Ключові слова: самоорганізація, динамічна рівновага, дисипативні структури, нелінійні системи, довкілля.

Бог зробив виникнення безупинним.
Адже саме так буття якнайбільше може бути
продовжене, тому що постійне виникнення
найближче до вічної сутності...

(Арістотель)

Діалектична сутність розвитку процесів знаходить свій вираз у станах динамічної рівноваги спостережуваних систем з навколишнім матеріальним світом. Втрата їхньої стійкості тягне за собою якісні зміни цих режимів, супроводжується перехідними катаклізмами. З цих позицій поведінка природних середовищ як живої, так і складної неживої природи виявляє глибоку аналогію. Це пов'язано з наявністю потоку енергії (речовини), що безперервно та повсюдно протікає крізь названі неконсервативні системи, завдяки чому вони стають активними. Дисипативні структури (за Пригожиним), які спонтанно формуються у таких відкритих системах за допомогою виникаючих механізмів зворотного зв'язку можуть забезпечувати стійкість динамічної рівноваги, якщо вони спроможні сприймати та розсіювати надлишок енергії, що надходить іззовні.

Спряжений характер поведінки елементів формованого дисипативного структурування певним чином відбиває істотну нелінійність процесів, що протікають, їх необоротність, тобто односпрямованість розвитку. За рахунок природних джерел енергії, передусім Сонця, постійного оновлення зазнає біосфера. Безперервних змін зазнає блочна структура твердої земної кори. Її елементи, обмінюючись енергією, підтримують динамічну рівновагу. Разом з тим, ця природна

система щорічно пропускає крізь себе у вигляді пружних коливань, що породжуються регулярними землетрусами різноманітного масштабу, величезну кількість енергії, яку можна порівняти з енергією від підземних вибухів у десять тисяч мегатонних ядерних зарядів. Однак, це складає всього лише близько відсотка тієї механічної енергії, що одержує земна твердь у деформаційних процесах, які викликаються повсюдно впливом місячних та сонячних припливів. Інша частина споживається на відтворення дисипативної блочної структури і накопичується у вигляді тепла або випромінюється в навколишній простір.

Сказане вище має пряме відношення, зокрема, до систем екологічного типу, коли жива і нежива субстанція виступають функціонально зв'язаними в якості певного складного цілісного "організму", і тому взаємовідносини між ними повинні набувати характеру взаємосприяння. Системи неживої природи підтримують динамічну рівновагу із навколишнім середовищем, відтворюючи за рахунок природних джерел енергії свої внутрішні структури, що сприяють стійкості режимів існування, та реалізують завдяки цьому властивість успадкування, притаманну живим системам, що дозволяє адаптуватися до безперервно змінюваних зовнішніх умов. Безперервне відтворення дисипативних структур, що виникають, в свою чергу, досягається завдяки ефекту кооперативного погодження їхньої поведінки, яке забезпечує самопідтримуваність. Таке взаємосприяння на елементному рівні немовби приховує всю складність деталей явища, що відбувається, і на перший план виступають достатньо прості закономірності поведінки цілого, пов'язані з незначним числом визначальних параметрів. Ідейній спорідненості модельних зображень для опису живих і неживих природних систем будуть відповідати, поряд з відтворенням, також дві інші властивості, що їх об'єднують: ієрархічність структури й автономність функціонування її елементів. Разом з цим при розгляданні екосистем необхідно істотним чином враховувати вплив техногенних факторів, викликаних сучасною виробничою діяльністю людини, грандіозні масштаби якої вже стають порівнюваними із природними. Цілковито зрозуміло, що утворені в результаті цього нові структури, включаючись у загальний кругообіг природи, зобов'язані зберігати стан динамічної рівноваги біосфери як цілісної самоналагоджуваної системи, яка наблизилася до небезпечних меж можливостей стабільного існування.

З іншого боку, предметом синергетики як науки про самоорганізації складних систем будь-якої природи є вивчення спонтанного утворення і розвитку тривких високоупорядкованих дисипативних структур стаціонарного і динамічного типу [1]. Звідси природно виникає питання про застосування синергетичного підходу до вибору адекватних моделей для екологічного аналізу в зазначеному вище розумінні слова, що об'єднує живе з неживим, оскільки синергетика "розмиває" нібито непереможні бар'єри між фізико-хімічними і біологічними (психічними) процесами. А існуючий підхід до вирішення екологічних проблем, як правило, має "споживацький" характер, обмежуючись вимогами раціонального використання природних ресурсів і граничного обмеження шкідливих промислових впливів на природу. Однак, вони орієнтовані перш за все лише на пасивне збереження якоюсь мірою природного доквілля і кількісно умовні, бо той же "споживацький" імператив не дозволить обмежити вплив техногенних чинників. Тим більше, що прагматизм матеріального виробництва вже значною мірою підпорядкував собі суспільну свідомість, і це перешкоджає духовному вдос-

коналенню людини. Щоб уникнути безплідного протистояння природи і людини, раціональніше керуватися в екології принципом активного співробітництва з природою для відтворення довкілля, місця проживання людини, що безпосередньо впливає з кооперативного характеру погоджених взаємодій при самоорганізації систем. Саме тенденція відтворення довкілля покликана визначати методологічні підстави екології. Природничі науки служать її фундаментальним орієнтиром у матеріальному світі, а моральні норми, що регулюють взаємовідносини в суспільстві, є духовною опорою.

Тому головним об'єктом природознавчого екологічного аналізу повинні стати моделі систем, які функціонують автономно, що, звичайно, пов'язано з необхідністю кваліфікованої дослідницької роботи для їх відокремлення і вивчення специфічних властивостей на базі відповідного технічного забезпечення. Певно, таке розчленування при дослідженні довкілля дозволить якось оцінити віддалені наслідки впливу людської діяльності на різних рівнях її ієрархічної структури і намітити шляхи до розв'язання проблеми поновлення довкілля. Універсальною ознакою для виділення з цього середовища елементарних природних підсистем первісних модельних об'єктів екологічного дослідження може служити динамічна рівновага, що лежить в основі існування практично всіх природних систем. Однак, слід урахувувати, що досягнення останньої певною мірою маскує ритми внутрішніх перетворень у самому об'єкті, що зв'язані з його структурою. Це безумовно вимагає граничної обережності в оцінці стійкості природних об'єктів, бо навіть слабе внутріструктурне збурення або шкідливе техногенне втручання на рівні найпростішого елемента можуть зазнавати значного посилення за рахунок ускладнення взаємодій на верхніх поверхах дисипативної ієрархічної структури. Спостережувана стабільність її стану забезпечується за рахунок динамічного зрівноважування підведення і відведення енергії, що приховує від нас при поверховому розгляді самий масштаб інтенсивності процесу цього енергообміну. Проте достатньо значна величина його може виявитися здатною при порушенні рівноваги призвести до швидкого руйнування природного елемента з чутливою структурою. Навіть будучи невеликим за розмірами і часом свого існування, цей елемент може, порушивши нестійкість у межах об'єктів більшого масштабу, призвести до віддалених катастрофічних наслідків для цілої ієрархічної структури. Втрата стійкого стану динамічної рівноваги позбавляє природну систему її адаптивних можливостей в умовах, що змінюються, коли вона виявляється вже не здатною компенсувати порушення своєї структури, які нанесені шкідливими впливами. А разом з втратою стійкості динамічної рівноваги з'являється можливість змінити тенденцію поведінки природного об'єкта в потрібному напрямку, звичайно, при глибокому попередньому вивченні його специфіки. В цьому нейтральному режимі переходу до нестійкого стану, коли енергетична ємність відтворюваних дисипативних структур виявляється вичерпаною, полегшується включення нових механізмів зворотного зв'язку, керуючих реалізацією відповідного оптимального сценарію подальшого розвитку подій.

Функціональне відособлення модельних екологічних елементів, обмежуючи просторові і тимчасові характеристики їхнього існування, дозволить приблизно судити про віддалені наслідки їхніх структурних порушень або зовнішніх впливів на них, що, в свою чергу, підготує ґрунт для відповідного прогнозу в більш складному і великомасштабному смислі. Однак, не слід перебільшувати можливості

науки в подоланні екологічної кризи, оскільки оцінка віддалених наслідків людської діяльності завжди містить значну частку невизначеності. По-перше, причиною цього є надзвичайно сильна нелінійність екологічних систем, що самоорганізуються, а це позбавляє надійності будь-які екстраполяції з метою довгострокового прогнозування, бо вони вимагають всебічної глибокої інформації про вихідні тенденції розвитку, досягти чого надто важко через надзвичайно складний характер екологічних процесів. Разом з тим, дисипативне структурування “розчиняє” ефект впливу початкового стану. Тим більше, при оцінці віддалених результатів наших впливів на природні системи не можна не враховувати можливість розвитку їхньої нестійкості і виникнення біфуркаційних ефектів, що кардинально змінять ситуаційну картину за рахунок виникнення багатоваріантності. По-друге, наявність меж вірогідності наших знань просто не дозволяє заздалегідь простежити всю сукупність причинно-наслідкових зв'язків, що з'являться в майбутньому протягом тривалого проміжку часу. Залишається неясним, які процеси з великими часовими масштабами слід обов'язково врахувати при розгляді для прийняття правильного рішення про результати тієї або іншої людської діяльності, а від яких можна абстрагуватися. Під впливом обслуговування щоденних інтересів матеріального виробництва наука не зуміла попередити суспільство про негативні наслідки індустріального розвитку, що насуваються. Покладати надії на те, що наука зуміє в майбутньому вивести людство з екологічного лабіринту, було б нереально оптимістичним. Тому особливу роль в ефективному розв'язанні екологічних проблем повинна відіграти регулююча дія моральних норм, які вже успішно формують суспільну свідомість щодо живої природи. Але разом з тим, ще не виявляється належне ставлення до неживої природи. Саме духовність повинна спрямувати світогляд людей так, щоб людина звернула увагу на природне довкілля, в якому живе, щоб людина в своїй виробничій діяльності прагнула до взаємодії з Природою, до поновлення навколишнього середовища. Займаючи певну екологічну нішу, людина часто забуває про обмежений обсяг природних ресурсів і про необхідність дбайливого їх використання в інтересах збереження стабільності єдиної біосферної системи, всього лише частиною якої є вона сама. Необмежене видобування підземних енергетичних і мінеральних запасів не тільки створює проблему виснаження природного середовища, але може зіграти роль спускового гачка, що викликає до дії великомасштабні сили природи, і може мати непредбачувані наслідки для цілого регіону. При порушенні природної геологічної структури послаблюється тривалість усталеної природної рівноваги, в результаті чого може відбуватися підвищення сейсмічної активності і радикальний перерозподіл підземних водних запасів, катастрофічно відбиваючись на поверхневих явищах.

Література

1. Лоскутов А. Ю., Михайлов А. С. Введение в синергетику. — М., 1990. — 272 с.

Синергетика и экология

С. К. Асланов

Одесский государственный университет

Кафедра теоретической механики

ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026

Резюме

В применении к экологическим системам синергетическая проблема рассмотрена в связи с необходимостью прогнозирования последствий вмешательства в природные процессы. В основу моделирования положен универсальный принцип динамического равновесия.

Ключевые слова: самоорганизация, динамическое равновесие, диссипативные структуры, нелинейные системы, среда обитания.

Synergy and ecology

S. K. Aslanov

Odessa State University,

Department of theoretical mathematics

Dvorianskaya st., 2, Odessa, 65026, Ukraine.

Summary

With respect to the ecological systems the synergy problem is considered in connection with the necessity of prediction for consequence of intervention in natural processes. The dynamical balance universal principle is put in the capacity of simulation base.

Key words: self-organization, dynamical equilibrium, dissipative structures, nonlinear systems.