

ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 911.9.007.69

Охременко І.В.

Системно-синергетичні аспекти геоекологічного аудиту

Нині в Україні екологічний аудит (ЕА) практично впроваджується за схемою методики, що викладена у низці праць [10 та ін.]. Однак просте перенесення закордонного досвіду не завжди оптимальне. Удосконалення аудиторської діяльності бачиться у двох аспектах: по-перше, територіальному, по-друге, на основі дослідження коадаптивності господарської і природної підсистем цілісної природно-господарської територіальної системи (ПГТС), де людина і продукти її життєдіяльності виступають на рівні повноцінних компонентів системи. Врахування першого нині не заперечується, проте, здійснюється аналіз лише прилеглих до підприємства або локальних територій. Реалізація ж стратегії сталого розвитку *регіону* викликає необхідність ЕА регіонального і мезорегіонального рівня. Другий коадаптивний аспект є метою нової форми експертної діяльності, що розвивається, – геоекологічної експертизи (ГЕЕ) [25].

Таким чином, розвиток ЕА доцільно вести, на наш погляд, у напрямку екологічного експертування територій, де б здійснювалася геоекологічна оцінка території, аналіз аспектів територіальної організації, перспектив розвитку території з виходом на рекомендації по сталому розвитку регіону. Такий обов'язковий і необхідний вид науково-практичної діяльності пропонуємо назвати **екологічним аудитом територій** або **геоекологічним аудитом (ГЕА)** і розуміти під ним *один з напрямків аудиторського науково-практичного виду діяльності, що базується на аналізі коадаптивності господарської і природної підсистем через комплексну геоекологічну оцінку і аналіз територіальної організації об'єкта аудитування, спрямований на розробку заходів щодо сталого розвитку регіону.*

Основою ГЕА є такі положення:

- оцінка коадаптивної сумісності господарської і природної підсистем на основі геоекологічної оцінки і територіальної організації;
- встановлення ступеня відповідності організації території екологічним нормам і критеріям;
- систематичність проведення. Критеріями систематичності можуть бути зміна типу господарювання, соціально-економічних умов, напрямку спеціалізації регіону, обтяження екологічної ситуації (на ступінь).

Метою наших досліджень стала розробка системно-синергетичних засад геоекологічного аудиту (екологічного аудиту територій). У зв'язку із цим вирішено такі *завдання*:

- 1) розглянуто системно-синергетичний підхід як один з основних при геоекологічному аудитуванні;
- 2) розкрито цілісні властивості як процедури, так і об'єкта ГЕА;
- 3) врахування при аудитуванні синергетичних властивостей (на прикладі двох основних – самоорганізації та нелінійності).

Методологічною базою ГЕА, поряд з ландшафтним та геоекологічним

підходами, є, на наш погляд, **системно-синергетична парадигма**. Один із основоположників теорії систем Л. Фон Бертоланфі відзначав, що наші знання про найрізноманітніші явища можна економно організувати за допомогою деяких системних концепцій. Системою він вважав комплекс взаємодіючих елементів, що характеризуються цілісністю хоча б за однією ознакою [4]. У роботах [2, 4-6 та ін.] розглянуто різні аспекти системності, розкрита сутність системного підходу, об'єктивні і суб'єктивні причини його виникнення та широкого поширення, значення для науки і практики. В.Г. Афанасьєв [2], І.В. Блауберг, Е.Г. Юдін [5, 6], Г.А. Югай [38] та інші показали, що найважливішими властивостями цілісних об'єктів виступають властивості інтегративності, відособленості, стійкості, структурності, інформативності, організації, зв'язку, розвитку тощо.

ГЕА – системне дослідження, що повинне проводитися з точністю і повнотою, що відповідає складності об'єкта. При цьому як системи розглядаються й етапи (моменти) дослідження, і його виконавці, які виступають своєрідними відображенням вихідної (досліджуваної або проектованої) системи [34]. Крім того, сам об'єкт ГЕА – сучасна природно-господарська територіальна система – складне системне утворення. Використання теорії систем при ГЕА визначає вивчення цілісних властивостей як самого процесу, так і об'єкта аудитування.

Процедура ГЕА – система, що характеризується властивостями цілісності. Ця цілісність встановлюється на підставі таких основних критеріїв. По-перше, ГЕА – єдине комплексне дослідження, якому властива стійкість, гарантована законодавством. По-друге, відособленістю: дослідження має певні часові рамки. По-третє, чітко структурована і певним чином організована як процедура (організація та проведення), так і методика аудиту, кожний етап якої у свою чергу є системним дослідженням. Поряд із цим має місце хроноорганізація, тобто аудитування можна розглядати як процес, що складається із хроноінтервалів. По-четверте, система ГЕА повинна бути інформативною, доступною; інформація – репрезентативною. По-п'яте, всі етапи процедури, методики взаємозалежні. Наявність інтегративного зв'язку і приводить до відокремлення в єдине комплексне дослідження. По-шосте, з одного боку ГЕА – обмежене в часі дослідження, з іншого – безперервний процес, що вдосконалюється (розвивається в часі).

Об'єкт ГЕА – природно-господарська територіальна система (ПГТС), що представляє собою цілісну систему, яка складається із природної і господарської підсистем. В об'єкті ГЕА залежно від цілей аналізу досліджуються різні типи структур. Насамперед, це або ПГТС у цілому, або природна і господарська підсистеми, або окремі складові частини природної (морфологічна, басейнова, парагенетична, парадинамічна та ін. структури) і господарської (промислові, селітебні, сільськогосподарські та ін. комплекси) підсистем. Розглядатися можуть і різного роду соціальні структури (або за особливостями розселення: міські, сільські тощо, або за етнічною ознакою). Основою аналізу є геоecологічна структура, що відображає райони різного рівня геоecологічної напруженості. Інформативність забезпечують інформаційно-інституційні структури.

Ведучим поняттям і критерієм ГЕА виступає **коадаптивність** господарської і природної підсистем. Під нею розуміється, по-перше, цілісність суб'єкт-об'єктних відносин (людина і його господарська діяльність – структурна частина цілісної системи), по-друге, встановлення функціональної ролі людини в системі „природа-суспільство”, по-третє, першочерговим принципом взаємодії суспільства з навколишнім середовищем є принцип сумісності (господарська

підсистема повинна бути сумісна із природною за аналогією відповідності природних компонентів один одному). ГЕА передбачає аналіз і оцінку ступеня коадаптивності господарської і природної підсистем, у зв'язку із чим необхідне дослідження *сумісності (узгодженості)*, по-перше, господарської і природної підсистем у межах об'єкта аудитування, по-друге, об'єкта і його середовища, по-третє, створення територіальної організації зі середовище- і ресурсовідновлюючими властивостями, достатніми для компенсації всіх деструктивних процесів. Таким чином, основний принцип, на якому базується ГЕА – принцип сумісності.

Важлива властивість території – *стійкість*. Її можна оцінювати при ГЕА за багатьма критеріями: через оцінку геоекологічного стану; через аспекти територіальної організації, зокрема співвідношення природних і антропогенно перетворених геосистем; через кількісні і якісні характеристики розвитку деструктивних процесів або ж через інтегральні показники вищезазначених категорій; обмежуючі параметри використання території тощо.

Поняття „організація” виражає впорядкованість системи у двох нерозривно зв'язаних планах: у плані впорядкованого зв'язку елементів у межах системи й у плані впорядкованої взаємодії системи із середовищем [15, 16]. Тим самим, при характеристиці того або іншого типу організації передбачається встановлення специфічних способів упорядкування елементів досліджуваної системи, з одного боку, і впорядкованої взаємодії системи із середовищем – з іншого. Тому в методиці ГЕА одними з важливих елементів аналізу виступають організація об'єкта ЕА і його середовища, а також їх взаємовплив. Варто мати на увазі, що структура, організація ПГТС є одночасно й продуктом організаційної діяльності людей, створюючих систему, і полем, основою, базисом, на якому будуються й у рамках якого протікають ті самі дії.

Нині існують два основних типи внутрішньої організації ПГТС – соціально-економічний і природний. У ході аудитування важливо виявити причини порушення як природної організації геосистем, так і коадаптивності вищезгаданих типів організації. При цьому необхідно знайти їх оптимальне поєднання, яке було б стійким.

ПГТС властиві дві множини зв'язків і відносин: внутрішніх і зовнішніх. Перша множина інтегрує в єдине ціле природні і господарські елементи системи. Саме внутрішні зв'язки системи є основними системостворюючими. Вони формують інтегративні, системні якості, не властиві окремим складовим ПГТС. Друга ж множина забезпечує комунікації природно-господарської цілісності із зовнішніми умовами, надходження в систему необхідних для її функціонування речовин, енергії й інформації. Середовище, зовнішні зв'язки впливають на ПГТС, викликають у ній різного роду збурювання, зміни її складу і структури. При аудиторському дослідженні розглядаються як внутрішні (у межах об'єкта аудиту), так і зовнішні (у системі „об'єкт”–середовище”) зв'язки.

Подальший розвиток теорії систем встановив, що вони є складними відкритими нелінійними дисипативними системами. На наш погляд, із всіх багатоаспектних цих властивостей найбільш важливе при аудитуванні врахування двох основних – *самоорганізації* і *нелінійності*. Зупинимося на них детальніше.

Синергетика – теорія самоорганізації складних нелінійних неврівноважених дисипативних відкритих систем. Термін „синергетика” (від греч. *synergia* – спільна або кооперативна дія) ввів Г. Хакен [35], але вперше його запропонував у другій половині XIX століття англійський фізіолог В.С. Шеррінгтон, акцентувавши

увагу на узгодженості взаємодії частин при утворенні структури як цілого. Становлення синергетики як науки відбулося завдяки роботам [35, 36, 29-31 та ін.]. Під самоорганізацією розуміється процес створення, відтворення або вдосконалення організації складної динамічної системи при обов'язковому врахуванні впливів зовнішнього середовища [30]. Впродовж останнього десятиліття досліджувалася самоорганізація систем різного типу: геолого-геоморфологічних [28, 14], географічних [1, 12], геохімічних [22-24], біологічних [17, 18], суспільних [7, 19-20, 29-31]. Про ландшафт як саморегульовану систему писали Я. Демек [9], В.М. Пащенко [21].

Дослідження особливостей *самоорганізації* об'єктів, що аудитуються – одне із завдань аудиторів. Необхідно в першу чергу виявити тенденції розвитку природної підсистеми і проаналізувати взаємодію її з господарською. Часто мають місце апплікативні процеси, коли спостерігається накладення тенденцій розвитку цих підсистем. Так, наприклад, проведення Північно-Кримського каналу в межах гідроморфних рівнин привело до активізації підйому ґрунтових вод і виникненню ряду екологічних проблем. Це один з аспектів коадаптивності. Важливо також виявити відповідність природних умов напрямку розвитку господарства. Помилковою була організація каракулівницьких ферм у рівнинному Криму, нині – вирощування рису, у майбутньому, можливо, – бавовни. Крім того, варто враховувати особливості самоорганізації соціальних систем. Знання ситуації й своєчасна корекція в сучасних умовах досить актуальні. Результати аудиторської діяльності можуть служити підставою для розробки Генерального плану розвитку регіону.

Аналіз розвитку природних, природно-господарських систем показує, що більша частина закономірностей носить *нелінійний* характер. Нелінійність проявляється багатоваріантністю подій, їх невизначеністю, наявністю властивості розмитості систем, принципом несумісності Л.А. Заде [11] і ін. Все це варто передбачити в аудиторській діяльності. Необхідно виявити тенденції саморозвитку й урахувати їх при різного роду діяльності. Так, стихійне розселення татар у рівнинному Криму, зокрема їх особливості водоспоживання й водокористування, погіршило геоекологічну обстановку. Актуальна нині „гнучкість” територіального планування, яка передбачає, наприклад, при плануванні міста наявність території для його росту. Обов'язкове врахування особливостей саморозвитку природних систем: збільшення площі підтоплення, пов'язане з опусканням території, активізація зсувних процесів і т.ін. Причому всі природні процеси мають циклічний, ритмічний характер. При аудитуванні рівнинного Криму нами враховувалися тенденції саморозвитку території через її ландшафтно-екологічний потенціал.

Вивчати систему з урахуванням нелінійності означає не випускати з поля зору багато режимів, особливо завуальовані. Своєрідність феномена нелінійності також полягає в тому, що має чинність принцип „розростання малого”, або посилення флуктуацій; пороговість чутливості: нижче порогу все стирається, а вище – багаторазово зростає, породжує квантовий ефект – дискретність шляхів еволюції нелінійних систем, тобто в даному середовищі можливий не будь-який шлях еволюції, а лише певний спектр шляхів; можливість несподіваних емерджентних змін напрямку типових процесів у момент біфуркації. Для високоорганізованих систем випадковість вибору складається в обмеженому наборі шляхів, зумовлених напрямком еволюційного розвитку середовища

(егрегору, у трактуванні Г.І. Швєбса [37 та ін.]) і спрямованих на підвищення складності структури й організації самої системи [27].

Оскільки процеси розвитку нелінійні і, отже, прогнозування має обмежений характер, систематичність ГЕА стає вкрай необхідною. Аудитори повинні виділяти й акцентувати увагу на нелінійних процесах і, у зв'язку із цим, попереджуючи екологічні, економічні й соціальні проблеми. Нелінійність у розвитку систем проявляється, як відзначалося, у наявності блоку невизначеності, зв'язаного як з відсутністю знань, стохастичним розвитком об'єкта аудиту, так і з навмисним перекручуванням фактів. Важливо при аудиті встановити блок невизначеності й передбачити можливий розвиток об'єкта, пов'язаний з ним. При цьому доцільно використовувати експертні методи дослідження.

Недостатньо вивчена властивість територіальних систем – *аттрактор* (з англ. attract – притягати). Під ним розуміємо ті реальні структури у відкритих нелінійних середовищах, на яких виходять процеси еволюції, у результаті загасання в них перехідних процесів. Наприклад, аттрактор розвитку ПГТС рівнинного Криму проявляється в успадкуванні тенденції розвитку всіх типів зовнішнього середовища. З огляду на положення Криму в геоекологічному просторі України і Європи в цілому, подальший його розвиток бачиться в рекреаційному напрямку [3 та ін.], що повинне підпорядкувати всі сфери діяльності в його межах. У зв'язку із цим, промисловий розвиток здобуває цілеспрямований обмежений характер. Отже, обов'язковим стає лімітування аудитором функціонування забруднюючих виробництв у територіальному розвитку Криму.

Стосовно до вивчення ПГТС К.А. Позаченюк [25, 26] виділені такі принципи, врахування яких, на нашу думку, важливе при ГЕА:

- *принцип системності*, що націлює на розгляд об'єкта аудиту як цілісної системи, яка складається з коадаптивно взаємозалежних господарської і природної підсистем. При ГЕА виходимо з розуміння того, що територія – це цілісна ПГТС, у якій господарська і природна підсистеми повинні бути узгоджені як функціональні частини цілісної системи. Тому оцінку ступеня коадаптивності вважаємо однією з основних аудиторських оцінок;

- *принцип узгодженості*, що реалізується через з'ясування ступеня коадаптивності господарської і природної підсистем через оцінку геоекологічного стану. Індикатором коадаптивності виступає рівень геоекологічної напруженості території;

- *принцип обмеження*. При ГЕА цей принцип є основоположним, оскільки нормативно-законодавчі обмеження - основа сучасного природокористування;

- *принцип унікальності*, що припускає виявлення та обов'язкове врахування специфіки об'єкта аудиту, особливостей його закономірностей розвитку, абсолютних і розрахункових меж навантажень тощо. Важливо при аудитованні визначити і врахувати види цінностей об'єкта, його організацію. Це визначає таку вимогу до аудиторів, як знання території та її геоекологічних проблем не тільки по документах, але й по польових дослідженнях. У зв'язку із цим виникає необхідність врахування регіонального підходу при організації аудиторської комісії;

- *принцип нелінійності розвитку*, що передбачає врахування при ГЕА блоку невизначеності. Більш докладно цей аспект викладений раніше;

- *принцип нестійкості*. Помилка в природокористуванні може виникнути

внаслідок недоврахування при аудитуванні цього принципу, що проявляється у виникненні ланцюгових реакцій, деструктивних процесів тощо, і в цілому структурної несумісності природної і господарської підсистем;

– *принцип ведучого процесу*. Виявлення і дослідження ведучого фактору, що обтяжує геоекологічний стан – один з основних аспектів аудиторської оцінки території, зокрема аналізу в цілях аудиторського висновку;

– *принцип малих впливів*. При ГЕА звертається увага на неадекватність (непропорційність) реакції природної підсистеми на зовнішні впливи. Ступінь уразливості природної підсистеми (ландшафтів) враховувався нами при аудиторській оцінці геоекологічного стану території рівнинного Криму через ландшафтно-екологічний потенціал щодо конкретних видів антропогенного впливу;

– *принцип кумулятивності*, що проявляється при вивченні забруднення ландшафтів.

1. Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. – М.: Наука, 1988. – 259 с.
2. Афанасьев В.Г. Системность и общество. – М.: Политиздат, 1980. – 368 с.
3. Багров Н.В. Региональная геополитика устойчивого развития. – К.: Лыбидь, 2002. – 255с.
4. Бертоланфи Л. Общая теория систем. Критический обзор // Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – С. 150.
5. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Понятие целостности и его роль в научном познании. – М.: Знание, 1972. – 48 с.
6. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода. – М.: Наука, 1973. – 268 с.
7. Гумилев Л.Н. Этносфера: история людей и история природы. – М.: Экопрос, 1993. – 544 с.
8. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. – Кишинев: Молод. Сов. энцикл., 1990. – 134 с.
9. Демек Я. Теория систем и изучение ландшафта / Пер. с чешск. – М.: Прогресс, 1977. – 222 с.
10. Екологічний аудит: Посібник з екологічного менеджменту і екологічного аудиту / В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, В.М. Навроцький та ін. – К.: Символ-Т, 1997. – 221 с.
11. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
12. Ковалев А.П. Проблема взаимодействия в системе „общество – природная среда” в контексте эволюции геопространства // Вестн. Харьк. ун-та. – 1998. – №402. – С. 99-103.
13. Курдюмов С.П., Малиновский Г.Г. Синергетика – теория самоорганизации: идеи, методы, перспективы. – М.: Наука, 1983. – 63 с.
14. Летников Ф.А. Синергетика геологических систем. – М., 1992. – 212 с.
15. Маркарян Э.С. Вопросы системного исследования общества. – М.: Знание, 1972. – 62 с.
16. Маркарян Э.С. Теория культуры и современная наука: Логико-методологический анализ. М.: Мысль, 1983. – 284 с.
17. Маслоброд С.Н. Два подарка от пары прорастающих семян или приглашение к научному эксперименту // Химия и жизнь. – 1996. – №8. – С. 40-45.
18. Мороз С.А. История биосферы Земли. – К: Заповіт, 1996. – Т. 2. – 422с.
19. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. – М.: Молодая гвардия, 1990. – 350 с.
20. Моисеев Н.Н. Путь к созиданию. – М.: Республика, 1992. – 254 с.
21. Пашенко В.М. Методологія постнекласичного ландшафтознавства. – К., 1999. – 284 с.
22. Перельман А.И. Геохимический ландшафт как самоорганизующаяся система // Вестн. Моск.ун-та. Сер.5. Геогр. – 1995. - №4. – С. 10-16.
23. Перельман А.И., Воробьев А.Е. Горнопромышленный геохимический ландшафт как самоорганизующаяся система (экологический аспект) // Синергетика геологических систем. – Иркутск, 1992. – С. 10-13.
24. Перельман А.И., Кравченко С.М. О степени самоорганизации геохимических ландшафтов // Синергетика геологических систем. – Иркутск, 1992. – С. 15-17.
25. Позаченюк Е.А. Введение в геоэкологическую экспертизу: Междисциплинарный подход, функциональные типы, объектные ориентации. – Симферополь: Таврия, 1999. – 413 с.
26. Позаченюк Е.А. Нелинейность как методологическая основа геоэкологической экспертизы // Ландшафтогенез – 2000: Філософія і географія. Проблеми постнекласичних методологій. – К., 1996. – С. 43-46.
27. Позаченюк Е.А. Системно-синергетические основы геоэкологической экспертизы // Культура народов Причерноморья. – 1998. – №3. – С. 39-41.
28. Поздняков А.В., Черванев И.Г. Самоорганизация в развитии форм рельефа. – М.: Наука, 1990. – 204 с.
29. Пригожин И. Социология организаций. М.: Наука, 1980. – 257 с.
30. Пригожин И. Система и люди. Эффективность трудовой организации в социалистическом обществе. – М.: Политиздат, 1983. – 176 с.
31. Пригожин И., Стэнгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986. – 431 с.
32. Сагатовский В.Н. Философия

развивающейся гармонии: Философские основы мировоззрения. Ч.1. Введение: философия и жизнь. – С-Пб.: Изд-во С-Пб. ун-та, 1997. – 222 с. **33.** Садовский В.Н. Основание общей теории систем: Логико-методологический анализ. – М.: Наука, 1974. – 279 с. **34.** Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов: Проблемы методологии и теории. – М.: Мысль, 1981. – 239 с. **35.** Хакен Г. Синергетика. – М.: Мир, 1980. – 400 с. **36.** Хакен Г. Синергетика. Иерархии устойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. – М.: Мир, 1985. – 419 с. **37.** Швобс Г.И. Прорыв в прошлое. Кн.3. Путь к здоровью и знаниям через сверхчувственное взаимодействие. – Одесса-Симферополь, 2000. – 244 с. **38.** Югай Г.А. О категориях части и целого. – М.: Знание, 1963. – 32 с.

It is described the system-synergia approach as one of the basic in geoeological audit (ecological audit of territories). It is presented the system-synergia characteristics as a process of ecological audit of territories (procedures, scheme methods of realization) and as an object of audit.