

ВАЛЕРІЙ ПЕТЛІН

**ІНВАРІАНТНІСТЬ
ТА ІНВАРІАНТИ ПРИРОДНИХ
ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ**

Міністерство освіти і науки України
Волинський національний університет імені Лесі Українки

Валерій Петлін

**ІНВАРІАНТНІСТЬ
ТА ІНВАРІАНТИ ПРИРОДНИХ
ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ**

Монографія

Луцьк
Вежа-Друк
2024

УДК 911.2:577.4:50(075.8)

П 29

*Рекомендовано вченою радою
Волинського національного університету імені Лесі Українки
(протокол № 8 від 20.06.2024 р.)*

Рецензенти:

Царик Л. П. – доктор географічних наук, професор (Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка);

Денисик Г. І. – доктор географічних наук, професор (Вінницький педагогічний національний університет імені М. Коцюбинського);

Фесюк В. О. – доктор географічних наук, професор (Волинський національний університет імені Лесі Українки).

Петлін Валерій

П 29 Інваріантність та інваріанти природних територіальних систем
[Текст] : монографія / Валерій Миколайович Петлін. – Луцьк :
Вежа-Друк, 2024. – 436 с.

ISBN 978-966-940-587-6

У монографії всебічно розглянуто явище інваріантності та безпосередні інваріанти природних територіальних систем. Зазначається, що саме інваріанти формують, контролюють і спрямовують цільовий розвиток систем. Маючи інформаційну сутність, інваріанти спроможні швидко реагувати на будь-які зміни в навколишньому середовищі, відслідковувати деструктивні впливи на систему та вчасно задіювати сукупність протидіючих механізмів.

Для науковців-природознавців, студентів й аспірантів.

УДК 911.2:577.4:50(075.8)

ISBN 978-966-940-587-6

© Петлін Валерій, 2024

© Подолець Олександра (обкладинка), 2024

Ministry of Education and Science of Ukraine
Lesya Ukrainka Volyn National University

Valeriy Petlin

**INVARIANTNESS
AND INVARIANTS OF NATURAL
TERRITORIAL SYSTEMS**

Monograph

Lutsk
Vezha-Druk
2024

UDC 911.2:577.4:50(075.8)
P 29

*Recommended by the academic council of
Lesya Ukrainka Volyn National University
(protocol № 8 since 20.06.2024)*

Reviewers:

Tsaryk L. P. – Doctor of Science (Geography), Professor (Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University);

Denysyk H. I. – Doctor of Science (Geography), Professor (Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University);

Fesyuk V. O. – Doctor of Science (Geography), Professor (Lesya Ukrainka Volyn National University).

Petlin Valeriy

P 29 Invariance and invariants of natural territorial systems
[Text]: monograph / Valeriy Mykolayovych Petlin. – Lutsk : Vezha-
Druk, 2024. – 436 p.

ISBN 978-966-940-587-6

The monograph comprehensively examines the phenomenon of invariance and direct invariants of natural territorial systems. It is noted that invariants form, control and direct the target development of systems. Having an informational essence, invariants are able to quickly react to any changes in the environment, monitor destructive effects on the system, and engage a set of countermeasures in a timely manner.

For natural scientists, students and postgraduates.

UDC 911.2:577.4:50(075.8)

ISBN 978-966-940-587-6

© Petlin Valeriy, 2024

© Podolets Oleksandra (cover), 2024

ЗМІСТ

Вступ	10
1. Інваріантність у теоретичних уявленнях учення про природні територіальні системи	15
2. Сучасні уявлення про сутність інваріантів природних територіальних систем	23
3. Структура інваріантів у територіальних системах	31
4. Інваріантна мультиструктурність територіальних систем	49
5. Факторна організованість інваріантів у територіальних системах	55
6. Інваріантна мінливість у природних територіальних системах	63
7. Інваріантність і системна єдність зв'язків у територіальних утвореннях	70
8. Інваріантність і процесна організованість у територіальних системах	83
9. Інваріантно-синергетичні ефекти в територіальних системах	93
10. Стохастичні явища в організованості системних інваріантів	99
11. Стабілізувальні механізми як складова системних інваріантів	105
12. Прояв інваріантної організованості територіальних систем через їхні стани	114
13. Інваріанти в ознаковому просторі систем	129
14. Інваріантні властивості територіальних систем	135
15. Координаційні й корегувальні функції системних інваріантів	153
16. Інваріантно-функціональні властивості природних територіальних систем	159
17. Інваріантно-динамічні властивості природних територіальних систем	170
18. Інваріантно-ароморфозні властивості територіальних систем	178
19. Інваріантні властивості в регенеративних процесах територіальних систем	183
20. Інваріанти у взаємодіючих територіальних системах	192

21. Інваріантність і різноманіття територіальних систем	203
22. Інваріанти систем на фоні їх коливальних функцій	213
23. Роль інваріантів у процесах авторегулятивності територіальних систем	222
24. Інваріантно-еволюційні властивості природних територіальних систем	226
25. Роль інваріантів у пристосувальних (адаптаційних) можливостях територіальних систем	236
26. Інваріанти природних систем на стадії їх самоорганізації	251
27. Інваріантність і системна організованість територіальних систем	264
28. Інваріантно-архітектонічна організованість територіальних систем	272
29. Інваріантно-екологічні властивості територіальних систем	277
30. Інваріанти та ентропійно-інформаційні властивості територіальних систем	287
31. Інваріантність та гармонізованість організованості територіальних систем	295
32. Інваріантно-обмежувальні феномени організованості природних територіальних систем	308
33. Позаінваріантна свобода організованості територіальних систем	316
34. Інваріантна симетрія та асиметрія територіальних систем	322
35. Інваріантність як механізм стабільності територіальних систем	332
36. Інваріантність та організаційна стабільність територіальних систем	342
37. Роль інваріантів у виникненні цілісності територіальних систем	349
38. Інваріантність та емерджентність у природних територіальних системах	357
39. Інваріантно-гістерезисні властивості природних територіальних систем	364
40. Інваріантність ієрархічно ускладнених природних територіальних систем	368
41. Інваріантна індивідуальність природних територіальних систем	375

42. Фрактальна інваріантність у територіальних системах	378
43. Реверсивність в інваріантній організованості територіальних систем	384
44. Інваріантність і функції керування в територіальних системах	388
45. Інваріантно-когерентні відношення в природних територіальних системах	397
46. Інваріантні модифікації територіальних систем	402
47. Цілеспрямованість та інваріантна організованість природних територіальних систем	406
48. Інваріантність та архітектурна організованість природних територіальних систем	410
49. Інваріантність і програмованість розвитку територіальних систем	415
50. Інваріантно-модульна організованість територіальних систем	419
Висновки	423
Summary	425
Література	426

CONTENT

Introduction	10
1. Invariance in theoretical concepts of learning about natural territorial systems	15
2. Modern ideas about the essence of invariants of natural territorial systems	23
3. Structure of invariants in territorial systems	31
4. Invariant multistructurity of territorial systems	49
5. Factor organization of invariants in territorial systems	55
6. Invariant variability in natural territorial systems	63
7. Invariance and systemic unity of connections in territorial formations	70
8. Invariance and process organization in territorial systems	83
9. Invariant-synergetic effects in territorial systems	93
10. Stochastic phenomena in the organization of system invariants	99
11. Stabilizing mechanisms as a component of system invariants	105
12. Manifestation of the invariant organization of territorial systems because of their states	114
13. Invariants in the significant space of systems	129
14. Invariant properties of territorial systems	135
15. Coordinating and correcting functions of system invariants	153
16. Invariant-functional properties of natural territorial systems	159
17. Invariant-dynamic properties of natural territorial systems	170
18. Invariant-atomorphosic properties of territorial systems	178
19. Invariant properties in regenerative processes of territorial systems	183
20. Invariants in interacting territorial systems	192
21. Invariance and diversity of territorial systems	203
22. Invariants of systems on the background of their oscillatory functions	213
23. The role of invariants in the processes of autoregulation of territorial systems	222
24. Invariant-evolutionary properties of natural territorial systems	226

25. The role of invariants in the adaptive capabilities of territorial systems	236
26. Invariants of natural systems at the stage of their self-organization	251
27. Invariance and systematic organization of territorial systems	264
28. Invariant architectural organization of territorial systems	272
29. Invariant ecological properties of territorial systems	277
30. Invariants and entropy-information properties of territorial systems	287
31. Invariance and harmonization of the organization of territorial systems ...	295
32. Invariant-limiting phenomena of the organization of natural territorial systems	308
33. Extra-invariant freedom of organization of territorial systems	316
34. Invariant symmetry and asymmetry of territorial systems	322
35. Invariance as a mechanism of stability of territorial systems	332
36. Invariance and organizational stability of territorial systems	342
37. The role of invariants in emerging the integrity of territorial systems	349
38. Invariance and emergency in natural territorial systems	357
39. Invariant-hysteresis properties of natural territorial systems	364
40. Invariance of hierarchically complex natural territorial systems	368
41. Invariant individuality of natural territorial systems	375
42. Fractal invariance in territorial systems	378
43. Reversibility in the invariant organization of territorial systems	384
44. Invariance and control functions in territorial systems	388
45. Invariant-coherent relations in natural territorial systems	397
46. Invariant modifications of territorial systems	402
47. Purpose orientation and invariant organization of natural territorial systems	406
48. Invariance and architectural organization of natural territorial systems	410
49. Invariance and programmability of the development of territorial systems	415
50. Invariant-modular organization of territorial systems	419
Summary	425
References	426

ВСТУП

Природа загалом і всі природні територіальні системи зокрема організовані надзвичайно не лише доцільно, а й паралельно, тобто наближено. Це підтверджує принцип наближеності, який свідчить, що всі тіла (фізичні, біологічні, хімічні, геологічні, економічні тощо) поза залежністю від походження, будучи конкретними проявами єдиної матерії, володіють наближеністю. І, незважаючи на величезні відмінності між ними, наявність різних меж, які вдділяють, наприклад, живі організми від мінералів, еукаріотів від прокаріотів, тварин від рослин, людину від інших тварин, об'єкти матеріальної культури від природних об'єктів тощо, вони спроможні вступати у взаємодію (Ретеюм, 1981). Саме явище наближеності означає не лише певну подібність між окремими явищами або навіть цілісними системними утвореннями, а й зіставимість у часі, уможлиблює їх взаємодію як у часі, так і в просторі.

Така подібність насамперед проявляється в системній організованості об'єктів. Так, відповідно до наукового факту універсальності, для всіх ландшафтних систем характерна дивна універсальність (паралельність) в організації та функціонуванні (Петлін, 2016б). Вона полягає в наявності наближених механізмів, які формують структурну організованість систем, а також їх просторово-часову стійкість. Тотальний характер цього явища свідчить про їх глобальне коріння, тобто це загальноприродний феномен, який здатен проявлятися навіть у вселенському масштабі. Однак при цьому залишається відкритим питання про безпосереднього організатора й координатора таких механізмів.

Відповідно до наукового факту функцій організатора функції центрального безпосереднього організатора в природній системі не спроможні виконуватися жодним з одиничних елементів або попередніми структурами. Ці функції в їх сукупності виконуються лише відносно великою підсистемою, тобто утворенням «однопорядковим» щодо певного цілого (Веденов, Кремьянский, 1970). Тобто функціональним організатором може бути лише однопорядкова або значно вищого порядку зовнішня система. Водночас результатна її дія повинна створювати явища й організаційно підтримувальні елементи, які перебувають усередені систем, де виконують системно стабілізувальні функції. При цьому паралельність цього явища в усіх дотичних системах забезпечує наявність між ними узгоджувальних процесів. Як наслідок, виникає явище доцільності з тотальними ознаками.

Оскільки поняття «доцільність» тут має пріоритетне значення, розглянемо його більш детально. Загалом його сприймають як:

- залежність будови речей від деякого плану, ідеальної форми. Це – антелехія як активний початок, те, що формує, організовує косну

матерію за наявними ідеальними «шаблонами» або «планами». Насправді ентелехія і є планом, самою ідеальною формою, яка має, на відміну від косної матерії, активність, дійовий, перетворювальний початок (Аристотель, 1934);

- відповідність, гармонійність одних елементів системи щодо інших (Богданов, 1925);
- відповідність системи умовам середовища (Фролов, 1961);
- єдність відповідностей, за А. Богдановим і І. Фроловим (Опарин, 1960);
- доцільність притаманна всім системам природи – це такі процеси й системи, у яких суттєві характеристики (шлях, швидкість, час, енергія, кількість використаного матеріалу, інформація тощо) визначаються на основі оптимальних наслідків і станів («кінцевих причин») цих процесів та систем (Асеев, 1971);
- бути доцільним буквально означає діяти відповідно до мети. У широкому розумінні, доцільність може бути визначена через принцип сумісності як таку форму сумісності елементів системи, за якої взаємодія між ними слугує збереженню певної системи або виконанню її функцій (Сетров, 1972);
- відповідність поставленій меті (Великий тлумачний словник ..., 2004);
- оптимальна всезагальна закономірність, спрямована на досягнення гармонійності між взаємодіючими елементами (системами) шляхом єдності й відповідності умовам середовища, що реалізується системами залежно від певного плану досягнення організаційної мети. Тобто головним атрибутом, який визначає доцільність, є мета (Петлін, 2013);
- міжелементна та міжсистемна гармонійність і єдність, яка залежить від плану (мети). У такому трактуванні доцільність значною мірою і є гармонійністю (Петлін, 2019).

Отже, доцільність, яка притаманна будь-яким природним системам, є залежною функцією від внутрішнього й зовнішнього планів розвитку цих утворень, їх функціональної взаємовідповідності й узагальнено від мети їх розвитку. Проявляється доцільність природних систем у їх просторово-часовій поведінці як системи внутрішніх взаємопов'язаних дій, яка виступає як реакція на сукупність впливів на систему з боку зовнішніх і внутрішніх чинників. Щодо доцільної поведінки, то вона сприяє досягненню поставленої (або наявної) мети.

Така доцільна поведінка систем має дві складові: зовнішню й внутрішню. Зовнішня характеризується здатністю системи приводити себе у відповідність до умов середовища або спрямовано змінювати середовище до необхідних для себе умов (Мохен, Strachan, 1995), тобто вона є адаптив-

ною. Внутрішня доцільна поведінка характеризує еквіфінальність розвіку системи, її гомеостатичність і, нарешті, загалом індивідуальну адаптивність будь-яких систем, зокрема механічних й електронних, подібних гомеостату Р. Ешбі або черепаці У. Грея (Bertalanffy, 1968).

Відповідно до наукового факту функціональної доцільності, усі природні територіальні системи влаштовані дуже «доцільно» (Жегунов, 2006). Отже, вони на фоні узгодженого міжсистемного функціонування характеризуються також внутрішньою функціональною стабільністю тобто гомеостатичністю. Науковий факт гомеостазу підтверджує, що умовою стабільного, протяжного в часі існування й функціонування природних систем у мінливих умовах є керована підтримка стабільності внутрішнього середовища (Жегунов, 2006). Постає питання про сутність самого керівного механізму, який водночас повинен характеризуватися значною стабільністю, тобто мінімальною мінливістю. Подібне явище розглядають як організаційну інваріантність, представлену відносно незмінністю на фоні загальної (зовнішньої та внутрішньої) мінливості внутрішньої впорядкованості й взаємодій частин цілого, а також стабільністю сукупності процесів функціонування, управління та саморегулювання систем на кожному структурному рівні (Петлін, 2022). Така організованість природних територіальних систем відіграє роль головного системного стабілізуючого чинника шляхом реалізації безперервних контрольних функцій за їх функціонуванням. Вона діє як базовий організуючий чинник і може сприйматися як базова організація, у якій інваріантна організаційна основа притаманна всім, без винятку, матеріальним природним системам. Складовими такої базової організації є емерджентна властивість систем, безперервна мінливість (зокрема структурно-функціональна), стабільна ускладненість структури зв'язків, єдина стратегічна мета (Петлін, 2010).

Тут під емерджентними властивостями природних систем розуміють такі системні властивості, які характеризуються спрямованим забезпеченням цілісності систем, тобто коли цілісні властивості системи перевищують сукупність властивостей її складових. У такому стані системи обов'язково повинні мати загальний, постійно дієвий контрольний механізм, який забезпечує їм функціональну стабільність, тобто інваріантну якість. Важливість цього системоформувального й системо підтримувального явища обґрунтовує концепція М. Борна, згідно з якою, ідея інваріантів є ключем до раціонального розуміння реальності ... не лише у фізиці, а й у кожному аспекті світу (Принцип симетрії, 1978). Відповідно до сучасних наукових уявлень, інваріанти забезпечують природним системам не просто узгоджене, а реально гармонійне функціонування в середовищі інших територіальних утворень і таким чином гармонізують усю структуру ландшафтної сфери.

Такі інваріантні функції систем для успішних організаційних завдань повинні характеризуватися певними обмеженнями й самі бути механізмом,

який контролює функціональні обмеження в структурі систем. Про це, наприклад, свідчить правило інваріантної межі використання: для будь-якої природної системи існує інваріантна межа можливості застосування зовнішньої речовини, енергії та інформації (Петлін, 2008). Таке правило не свідчить про те, що на фоновому рівні не існує речовини, енергії й інфомації, які перебувають в оточенні систем як їхнє середовище. Воно вказує на те, що для цих явищ існує межа, за якою системи на них не реагують. Це неначе своєрідний середовищний функціональний шум. Лише за таких умов системи спроможні зберігати функціональну стабільність. І лише тоді ландшафтна сфера здатна мати внутрішній дискретний характер.

Загалом, поняття «дискретність» (від лат. *discretus* – роздільний, перервний, протиставляється неперервному) сприймають як:

- прояв процесів диференціації речовини та енергії в епігеосфері, викликаний внутрішньою структурованістю окремих її частин, які виконують власні функції в межах цілого (Исаченко, 1991);
- переривчастість організації матеріальних тіл. Дискретність є важливою характеристикою будь-якої системи, що означає прояв нею різних якостей, властивостей і функцій (Жегунов, 2006);
- дискретність географічної оболонки містить підхід, за якого будь-яка територія розглядається як частина географічного простору, що складається з достатньо чітко оконтурених об'єктів, систем, явищ, розділених значними, об'єктивними та емпірично знайденими рубежами (Бобра, 2007);
- властивість деякого тіла або системи складатися з окремих, чітко розмежованих частин (Гуцуляк, 2008);
- концепція, відповідно до якої, природні територіальні системи мають достатньо чіткі межі (Гродзинський, 2014);
- властивість географічної оболонки розпадатися на природні складові з чітко окресленими межами (Петлін, 2016б).

При цьому системна дискретність, яка перебуває під контролем інваріантних властивостей, характеризується просторово-часовою стабільністю на внутрі- й міжсистемному рівнях організованості. Тобто можемо стверджувати про існування дискретності інваріантної організованості територіальних систем, яка полягає в її стабільній структурності як реакції на міжсистемні взаємодії. Саме в цьому полягає її цілісність і саме так її треба сприймати в процесі суспільного використання та оптимізації (Петлін, 2016б). Щодо мінливості систем, наприклад, у добовому режимі, то їх стабільність у просторі відбувається під контролюючим впливом інваріантних властивостей взаємодіючих природних територіальних систем.

Водночас мінливість будь-яких територіальних утворень завжди має аберантний характер. Тут поняття «аберантний» (англ. *aberrational*) означає незвичайний, що відхилився від норми (Словник української біологічної

термінології, 2012). Термін застосовується для визначення станів природних територіальних систем, що не притаманні певній їх еволюційній або динамічній стадії розвитку, але які не спричиняють порушення загального напрямку еволюції, тобто інваріантному еволюційному розвитку. Абераційні стани завжди є проміжними й нестійкими, оскільки територіальні системи намагаються якнайшвидше ввійти до наближено наступного інваріантно зумовленого еволюційного стану. Найчастіше виникає явище аберації у випадку наявності значного еволюційно-мінливого простору між минулим та майбутнім основними еволюційними станами й нестачі в системі енергії для здійснення відповідного еволюційного перетворення одразу.

Отже, інваріантність природних територіальних систем – це їхня властивість, яка відповідає за всебічну їх стабільність як на внутрі-, так і на міжсистемному рівні організованості.

1. ІНВАРІАНТНІСТЬ У ТЕОРЕТИЧНИХ УЯВЛЕННЯХ ВЧЕННЯ ПРО ПРИРОДНІ ТЕРИТОРІАЛЬНІ СИСТЕМИ

Загалом, інваріантним вважають усе, що пов'язане з інваріантністю або інваріантом (Пашенко, 1993). Безпосередньо поняття «інваріантність» сприймають як:

- властивість залишатися незмінним щодо однієї або декількох різних операцій (Melvin, 1960);
- властивість незмінності щодо будь-якого перетворення або умови (Политехнический словарь, 1976);
- властивість незмінності, або, інакше, збереженості, певних величин чи абстрактних структур щодо певних змін або математичних перетворень (Принцип симметрии, 1978);
- незмінність властивості щодо будь-якого перетворення під дією зовнішніх сил. Інваріантні властивості геосистеми залишаються практично незмінними під дією зовнішніх сил (Філософський енциклопедичний словник, 2002);
- незмінність, стабільність за яких-небудь перетворень, під час переходу до нових умов. Характерною особливістю законів природи є їх інваріантність, незалежність тих співвідношень, які вони виражають, щодо різного типу перетворень. Закон збереження енергії відповідає інваріантності всіх фізичних процесів щодо зсувів початку відліку часу (Великий тлумачний словник сучасної української мови, 2004);
- властивість системи залишати практично (відносно) незмінними певні параметри на фоні загальної (зовнішньої й внутрішньої) мінливості (Петлін, 2008);
- не число чи діапазон чисел, а властивість певних рис ландшафту лишатися незмінними (Гродзинський, 2014).

Отже, інваріантність насамперед означає незмінність певних властивостей систем на фоні їх різноманітних перетворень. Водночас така незмінність не абсолютна, а відносна. Найчастіше вважають, що інваріантність – це властивість територіальних систем не змінювати свої фундаментальні параметри в процесі перетворення та що лише на основі інваріантності властивостей можлива побудова ієрархічних, генетичних класифікацій геологічних, географічних, біологічних й інших об'єктів.

Загалом інваріантність – це насамперед одна з фундаментальних властивостей природних територіальних систем. Як властивість вона є багатофакторним явищем, яке репрезентує індивідуальність взаємодії компонентів природної системи між собою, належить до емерджентних ознак, проявляється у вигляді системи зв'язків і відношень, у яких цей об'єкт функціонує, а також як наслідок взаємодії елементів системи між

собою й системи із середовищем. Інваріантність проникає та притаманна всім складовим територіальних систем, тобто має фоновий характер. Більше того, вона одна з головних властивостей залежностей, котрі контролюють організованість природних територіальних систем. Так, наприклад, явище часової інваріантності означає, що закони із плином часу не змінюються (Мюллер, 2019), а отже, уся сукупність залежностей (законів, принципів, правил, наукових фактів тощо) в будь-який проміжок часу впродовж існування будь-якої територіальної системи залишається інваріантно незмінною. Це явище стабілізує функціональний розвиток систем і водночас їх стабільне існування в структурі інших територіальних утворень, уключаючи ландшафтну сферу. Окрім того, інваріантність характеризується такою властивістю, як цілісність, яка проявляється як особливість не лише й не стільки властивостями окремих елементів системи, скільки характеристиками її структури, особливостями її інтегративних зв'язків (Садовський, 1974). Завдяки наявності в системах властивості інваріантності, вони характеризуються ознаками оперативного реагування на різноманітні мінливості. Така інваріантна оперативність систем надає їм швидкості, своєчасності дії адаптаційних механізмів щодо мінливості зовнішніх і внутрішніх чинників впливу й спрямована на своєчасне корегування організаційних явищ. Від ефективності оперативних дій значною мірою залежить не лише просторово-часова стійкість систем, а й сам факт їх існування. Найбільш цілісними ознаками інваріантності відзначається властивість організаційна. Вона спрямована на виокремлення природних територіальних систем з їхнього середовища й водночас на подібність їхніх організаційних залежностей. Завдання теорії організації полягає в тому, щоб виявити та узагальнити особливості цих властивостей, абстрагувати їх такою мірою, щоб вони стали характерними для будь-яких організацій, тобто системними властивостями організації в принципі (Петлін, 2016б).

Інваріантність як властивість природних територіальних систем характеризується яскравою робастістю, яка полягає в здатності зберігати ефективність за відмови окремих елементів систем або їх підсистем. Часто робастість пояснюється функціональною надлишковістю складної системи (Гольшев, 2011). Однак у випадку інваріантності робастість забезпечується її фоновим проявом.

Загалом, інваріантність як властивість проявляється в територіальних утвореннях через процеси, які відбуваються в різних масштабах простору й часу (Хорошев, 2008). При цьому чітко проявляється її масштабованість у вигляді здатності інваріантності на фоні додавання (вилучення) елементів залишати без зміни основні властивості (Гольшев, 2011). Вважають, що масштабна інваріантність систем – це:

- процеси, які в системах відбуваються та влаштовані однаково на різних масштабах. Відповідно, неможливим виявляється й розкладання

їхньої поведінки на сукупність незалежних підпроцесів, необхідним є їх цілісний опис (Малинецкий, Подлазов, Кузнецов, 2007);

- топологічна подібність структур, незалежно від її ієрархічного порядку та метричних розмірів елементів. Завдяки цьому, уможливується самоафінність їх відношень – можливість користуватися тими самими топологічними образами (структурами) за розгляду різних за порядком утворень (Костріков, Черваньов, 2010).

Наведена сукупність ознак інваріантності територіальних систем як їхньої властивості характеризує їх як системні, що містять не лише цілісність і неадитивність, а й складне поєднання та суміщення властивостей цілісності й розчленування, інтегрованості та водночас виокремлення частин із їх неоднорідністю, різноманітністю, диференціюванням. Поєднання низки визнаних атрибутів надає інваріантним властивостям систем такої самої атрибутивності, яку можна назвати комплексністю, на противагу від простих атрибутів (Кремянский, 1977). Отже, інваріантність задає системно-структурній організованості територіальних систем індивідуальну програму дій із сукупністю стабільних обмежень, але та здатна на інтерпретації.

Оскільки інваріантність природних територіальних систем – один із їхніх головних стабілізуювальних чинників, то він обов'язково повинен володіти функціями керування. Таке інваріантне керування є фоновим або всезагальним. Властивості цього керування полягають у можливостях здійснювати загальне керування всіма ресурсами систем із будь-якої їх точки» (Котельников, 1998). Інваріантність характеризується тим, що вона спроможна просторово змінювати розміщення блоку керування системи, що уможливує мобільне реагування на інтенсивний зовнішній вплив та зміни в структурних складових, зокрема з їх внутрісистемною спеціалізацією.

Відповідно до класичної «математичної теорії керування», яка виникла ще наприкінці XIX ст. (Ляпунов, 1972) і яка слугувала в подальшому в середині XX ст. основою для розвитку кібернетики (Віннер, Бір, Паск, Куффін'ял, Кауфман та ін.), теорії інформатики (Шеннон, Віннер, Котельников, Колмогоров) і власне теорії керування, керування – це вплив на об'єкт, систему (для переведення їх до нового стану або підтримання в певному заданому стані чи режимі), який вибраний із множини можливих дій, на основі наявної інформації й покращення функціонування об'єкта (Бобра, 2013). У випадку інваріантного керування такий вплив є завжди стабілізуювальним.

Серед значної сукупності властивостей природних територіальних систем пріоритетністю характеризуються саме інваріантні, а найбільшою мінливістю – перемінні властивості. Вважають, що вони належать до обов'язково відносних структурних категорій із послідовним підпорядкуванням одна одній (Коломыйц, 1987). Потрібно зазначити, що в цій парі існує чітке й стабільне підпорядкування. Інваріантні властивості завжди виконують

домінуючу функцію щодо перемінних. Так, на кожному ієрархічному рівні ландшафтів перемінні характеристики структури підпорядковані своєму інваріанту, водночас за переходу від нижчого рівня до наступного вищого ці інваріантні властивості стають (повністю або значною мірою) перемінними властивостями, які підпорядковані вже іншому інваріанту, утвореному сукупністю просторово-диференційованих ознак зовсім іншого масштабу.

Притаманність інваріантності територіальних систем різним властивісним ознакам робить доцільним розгляд загальних властивостей систем і вияв серед них тих, які притаманні саме інваріантності. Загалом до системних належить сукупність властивостей, що характеризують територіальні утворення й виділяють їх із численних інших природних об'єктів, котрі розміщені поряд або містяться в них. Поділяються на три основні групи – найбільш загальні, відносно специфічні, емерджентні.

До найбільш загальних груп належать цілісність, унікальність, ієрархічність.

До відносно специфічних – стійкість, саморегулювання (самоорганізація), взаєморегулюваність компонентів, структурність і функціональність.

Емерджентні системні властивості реалізуються цілісними утвореннями. До них, наприклад, належать продукування й деструкція органічної речовини, здатність накопичувати органічну речовину та виділяти кисень в атмосферу, родючість ґрунтів, спроможність оптимізувати умови життя (Зубов, 1985). Водночас часто поняття «емерджентність» ототожнюють із терміном «цілісність» і трактують як те, що ціле є більшим за сукупність його складових. При цьому це явище притаманне будь-яким системам – природним, антропогенним, суспільним тощо. Постає питання: який механізм контролює тотальну появу системної цілісності. Зі значною ймовірністю можна стверджувати, що таким механізмом і є емерджентність.

Отже, розглянемо властивості інваріантності природних територіальних систем, поділяючи їх на три групи.

Найбільш загальні – це цілісність, унікальність та ієрархічність, що цілком характеризують системну інваріантність. Так, властивість цілісності обов'язково має бути притаманна системній інваріантності, оскільки вона контролює цілісну організованість територіальних утворень. Унікальність свідчить про індивідуальність інваріантності в кожній територіальній системі, а ієрархічності надає їй ієрархічна організованість територіальних систем.

Такі специфічні властивості, як стійкість, саморегулюваність, компонентна взаєморегулюваність, структурність та функціональність, прямо або опосередковано притаманні й інваріантності територіальних систем. Так, для виконання власних функцій інваріантність повинна характеризуватися значною просторово-часовою стійкістю. Якщо система втрачає інваріантну

стійкість, вона руйнується. Інші специфічні властивості на сьогодні перебувають на стадії досліджень. Питання наявності саморегульованості інваріантних властивостей систем, де поняття «саморегулювання» сприймають як здатність природних геосистем без утручання ззовні підтримувати свій стан, незважаючи на зміни зовнішніх чинників (наприклад збереження біогеоценозом певного рівня продуктивності в різні за погодними умовами роки). Саморегулювання здійснюється доти, поки процеси в природних геосистемах не втрачають здатності нейтралізувати небажані впливи. Якщо захисні механізми виснажуються, то система або руйнується, або змінюється її структура (Шищенко, Гавриленко, 2014). Отже, оскільки інваріантні властивості природних територіальних систем – це найбільш стабільна їхня складова, то вона на фоні безперервних зовнішніх впливів повинна володіти властивістю саморегулювання. Щодо компонентної взаємодієваності, то, завдяки стабілізаційно-інваріантному контролю, вона набуває гармонійного вигляду. Таке корегування реалізується як виправлення, підправлення певних функціональних характеристик природних систем іншими, пов'язаними з ними характеристиками, або підправлення взаємовідносин між структурними складниками в межах однієї територіальної системи, унаслідок чого відбувається скерування розвитку системи в гармонійному (найчастіше квазігармонійному, оскільки дисгармонійні явища не щезають) руслі (Петлін, 2019). Водночас це така форма зв'язку, за якої здійснюється взаємозалежна детермінація множини частин. У цій взаємозалежній детермінації основа детермінується наслідком: одна частина впливає на іншу, яка, навзаєм, змінюючись певним чином, впливає на причину, що її викликає (Хорошавина, 2005). За допомогою явища корегування інваріантність здійснює керування збереженістю гармонійних станів у територіальних системах. Такий потужний механізм, підсилений інваріантними керівними впливами, виконує одну з головних системних організаційних функцій. Щодо структурності інваріантного блоку в територіальних утвореннях, то, оскільки наслідком інваріантного впливу на систему є виникнення в ній структурної організованості, у самій інваріантності повинна бути присутня така організованість. Нарешті, щодо можливого прояву функціональності системної інваріантності можемо зазначити, оскільки системи перебувають у стані безперервної функціональної мінливості, їхні інваріантні складові повинні певним чином на цю мінливість реагувати, здебільшого керівними імпульсами на цілісну організованість територіальних утворень.

Емерджентні властивості системної інваріантності проявляються на рівні інформаційного контролю, який спрямовано контролює організаційну цілісність систем на фоні різноманітних зовнішніх впливів. При цьому, завдяки міжсистемній природі емерджентності, ця властивість забезпечує

міжсистемну організаційну гармонію. Це властивість, яка має чіткі диверсифікаційні ознаки (від лат. *diversus* – різний і *ficatio* – роблю) та є особливостями інваріантів природних територіальних систем, які полягають у їхній багатofункціональній спеціалізації щодо забезпечення гармонійного стану свого плеромного (цілісне функціональне природно-територіальне утворення, що виникає внаслідок взаємодії будь-якої ландшафтної системи з власним ландшафтним оточенням і виконує контрольні-корегувальні функції щодо цієї системи) середовища (Петлін, 2016а). Оскільки диверсифікація сприймається як ландшафтно-екологічне різноманіття, яке характеризує можливість розширення сфери впливу на основі природних і соціальних функцій сучасних ландшафтів, а їх інваріантність виконує при цьому функції чинника, що забезпечує стабільність цього явища, то саме розмаїття складників соціальних та природних систем розуміємо як результат просторової диверсифікації процесів у названих системах з екологічним, соціальним і культурним вимірами (Шищенко, 2003).

Отже, до головних властивостей інваріантності природних територіальних систем належать емерджентність (часто сприймають як властивість цілісності), багаторівнева структурність, комунікативність (сукупність істотних, відносно стійких властивостей системи, які сприяють успішному сприйняттю, використанню й передаванню інформації) і наявність процедури контролю (Баженов, Ісаєнко, Сталкін та ін., 2006). Ці властивості є взаємозумовленими й часто підсилюються одні іншими. Як наслідок – у системах виражається стабільна інваріантна сукупність властивостей, що підсилює їхню просторово-часову стійкість.

Оскільки властивості, які притаманні територіальним системам, реалізуються у вигляді зв'язків, то вони утворюють своєрідні властивості поля у вигляді простору функціонального географічного явища, обмеженого визначеною гомогенністю певних показників або характеристик, що виступає в якості внутрішнього (внутрісистемного) або зовнішнього (навколишнього, зовнісистемного) середовища певного географічного об'єкта. Щодо безпосередньо інваріантного поля об'єкта дослідження, то це взаємопов'язана й взаємозалежна сукупність властивостей і процесів певної територіальної системи, котра характеризується емерджентними якостями та забезпечує науковцю в процесі експерименту дослідження саме цього об'єкта (Петлін, 2009). Таке поле стабілізує відповідну ділянку ландшафтної сфери не лише на внутрі-, а й на міжсистемному рівні. Тобто виникає інваріантно-гармонійне поле системної й міжсистемної взаємодій, котре належить до сітьових територіальних утворень. Воно сформоване функціональним простором природних територіальних систем, де індивідуальні гармонійні інваріанти поєднуються в міжсистемні та утворюють сітки інваріантно-гармонійного зв'язку. Це поле характеризується просторово-функціональною стабільністю й функціональною цілісністю. Як наслідок, у

такої цілісності виникає внутрішня структурованість, яка значною мірою відображає структурно-функціональну інваріантно забезпечену будову систем (Петлін, 2019).

Постає питання про те, чи інваріантність природних територіальних систем характеризується структурованістю. Загалом, часто вважають, що це структура, яка існує в природі об'єктивно, незалежно від системи відра-хунку. Водночас складність запитання полягає в тому, що інваріантність – це властивість територіальних утворень і її структурованість повинна бути відображена в їхній структурі, тобто може не бути самостійною. Отже, відповідь повинна ґрунтуватися на самій сутності поняття «інваріант». Тут існує лише два варіанти: або структура систем є відображенням інваріантної структурованості, або інваріантна структурованість є відображенням структурності територіальних систем. Та в будь-якому випадку наявна в системах структура обов'язково контролюється їхніми інваріантами. Як наслідок, виникає інваріантна складність структур як набір функціональних складових структур природних територіальних систем у межах їхнього характерного динамічного часу (Петлін, 2020). Тут поняття характерного динамічного часу доцільно сприймати як відтинок часу впродовж певної динамічної якості системи. Отже, з'являється потреба визначитись із поняттям інваріантної однорідності. Така однорідність повинна органічно містити часову й просторову однорідність систем. Щодо однорідності простору – то це однаковість інваріантних властивостей простору системи в усіх її частинах. Часова однорідність полягає в тому, що зміна моменту будь-якої функціональної чи динамічної мінливості в системі не впливає на зміну її інваріантних властивостей. Тобто інваріантна однорідність є органічною сукупністю просторової й часової однорідності в межах однієї інваріантної властивості територіальної системи. Вона завжди відносна, оскільки абсолютної однорідності ні простору, ні часу в системах не існує.

Існує також міжсистемна інваріантна однорідність, яка, наприклад, характерна для інваріантних рядів територіальних систем, представлених сукупністю територіальних утворень, у межах яких вони поєднані за особливостями структури, динаміки й функціонування. Крайні положення в інваріантних рядах займають корінні та серійні системи, проміжкові – напівкорінні, умовно корінні й напівсерійні (Сочава, 1963, 1978; Сочава, Крауклис, Снытко, 1974; Крауклис, 1979; Пудрик, Кочуров, 1981).

Наявність міжсистемного інваріантного поля призводить до появи своєрідної інваріантної ієрархічної піраміди, яка є взаємопов'язаною та ієрархічно залежною цілісною інваріантною системою, що складається з інваріантних рівнів організації територіальної системи (функціонального, станового, системно-цілісного), котра є складовою загального механізму просторово-часової стійкості системи (Петлін, 2008). Отже, міжсистемна інваріантність здатна характеризуватися структурною ієрархічністю.

Наявність у територіальних систем властивості інваріантної стабільності призводить до впорядкування навіть такого ефекту, як поява катастрофічних шляхів розвитку внаслідок «помаху крила метелика» за відомим твором Єфремова. Відповідно до нього, може вистачити навіть збудження у вигляді помаху крила метелика в критичний момент, щоб система була зруйнована. Водночас інваріантність територіальних утворень своєю стабільністю перешкоджає реалізації цього ефекту й надає йому «зелене світло» лише на стадії біфуркаційного розвитку системи, застосовуючи його як механізм її якісного розвитку.

Поняття «інваріантність», «цілісність» та «емерджентність» є близькими в науковій літературі. Визначення їх реальної сутності актуальне й своєчасне. Поява інваріантності означає також появу певної природної системи (це її сутність), яка спонукає до виникнення в ній цілісності, тобто властивості, що має ознаки, котрі відсутні в будь-якої зі складових системи. При цьому поява такого цілісного ефекту контролюється зовнішнім інформаційним впливом у вигляді емерджентності. Саме тому будь-які системи (географічні, біологічні, геологічні тощо, а також економічні, соціальні й т. ін.) характеризуються цілісністю, що виникає за одним шаблоном, тобто під дією ідентичного керівного впливу. Отже, «інваріантність», «цілісність», «емерджентність» – це взаємопов'язана тріада формування будь-якого системного утворення, де саме інваріантність є початковою ланкою.

2. СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО СУТНІСТЬ ІНВАРІАНТІВ ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Поняття «інваріант» існує в багатьох наукових напрямках. Так, наприклад, у математиці – це величина, що не змінюється в результаті деяких операцій. У фізиці – фізична величина, значення якої в деякому фізичному процесі не змінюється з плином часу. Узагальнено інваріант вважають підпростором векторного простору, а також абстрактним поняттям, що означає матеріальне узагальнення суттєвих для будь-якого утворення ознак. Реально інваріант сприймають як величини, співвідношення, властивості тощо, котрі не змінюються внаслідок тих чи інших перетворень змінних, пов'язаних із ними.

Розглянемо декілька визначень поняття «інваріант», яке застосовують під час аналізу системних утворень:

- величина, значення котрої в деякому фізичному процесі не змінюється з плином часу (Визгин, 1972);
- інваріант системи – це не стільки відношення, скільки річ (сама система та її елементи) (Круть, 1978);
- інваріантом може слугувати стан системи, або структура, або засіб функціонування, або траєкторія саморозвитку. Вибір інваріанта залежить як від властивостей системи, так і від завдань дослідження (Армад, 1989);
- сукупність стійких рис системи, які надають їй якісної визначеності й специфічності, що дає змогу відрізнити цю систему від усіх інших (Исаченко, 1991);
- похідна від інваріантності, котра визначається співвідношенням порівнюваних параметрів, що характеризують різні стани дослідних тіл (Пащенко, 1993);
- термін для природних територіальних систем, запроваджений В. Б. Сочавою, як сукупність властивостей, які залишаються сталими за змін станів геосистем. На сьогодні під інваріантом ландшафтних систем розуміють сукупність взаємодіючих статичних складових їхніх структурних складових, які визначають індивідуальність цього територіального утворення й для якого сукупність взаємодіючих динамічних складових цих структурних складових є захисним утворенням;
- сукупність взаємозалежних станів системи, що залишається якісно сталою в межах певної системи і є її індивідуально відмінною ознакою (Петлін, 2008).

У визначені В. Б. Сочави маються на увазі властивості цілісних об'єктів: інтегративності, уособленості, стійкості, структурності, інформаційності, організованості, взаємозв'язаності, розвитку. Оскільки будь-яка

властивість територіальної системи є мінливою (змінною) в часі та просторі, тобто складається з динамічної (мінливої) та статичної (незмінної в межах існування певної ландшафтної системи) частин, то на сьогодні під інваріантом, наприклад ландшафтних систем, розуміємо сукупність взаємодіючих статичних складових їхніх структурних підсистем (насамперед ландшафтоформувальних компонентів), що визначає індивідуальність територіального утворення, для якого сукупність взаємодіючих динамічних складових цих самих структурних підсистем є захисним механізмом.

За такого трактування інваріанта природних систем він неначе збігається із самими системами як такими. Тоді постає запитання про саму доцільність цієї властивості, а також про те, що первинне – система чи її інваріант. Оскільки система без інваріантних властивостей не може існувати, то її інваріант є первинним. У такому випадку інваріантом повинна бути інформаційна програма появи майбутньої природної системи, виникнення якої забезпечується особливостями навколишнього середовища.

Розглянемо інваріантні властивості найменшої природної територіальної системи ландшафтної фації (геотопу). Вважають, що геотоп визначає внутрішню функціональну структуру. Вона виникає як цілісна якість, яка репрезентує нове територіальне утворення як систему, складається з окремих функціональних структурних частин, поява яких забезпечується специфікою міжсистемних (зовнішніх) зв'язків. Саме виникнення такої внутрішньої функціональної структури і є критерієм наявності індивідуальної природної територіальної системи. Специфіка міжструктурних (внутрісистемних) взаємозв'язків поряд з певною загальністю має чіткі індивідуальні риси, що залежать від значної кількості чинників. Серед них головними є особливості ландшафтоформувальних компонентів, специфіка навколишнього функціонального середовища, еволюційний і функціональний стани, наявність антропогенного використання (Петлін, 2016а). Водночас безпосередня функціональна структура елементарної територіальної системи є лише наслідком певного інваріанта. Реалізація інваріантного контролю й контрольованого системного формування здійснюється за допомогою інформаційних сигнальних кодів. Саме тому виокремлюють інваріант інформаційний як сукупність інформаційних станів природних систем, які не призводять до руйнування їхнього інваріанта, тобто до його якісної зміни (Петлін, 2009а). Тут інформаційний стан сприймають як одне зі стійких положень інформаційної структури територіальних систем у межах їх інваріанту. Щодо інформаційної структури, то це мінлива системно-інформаційна впорядкованість у вигляді інваріантно-інформаційної організації, яка є проявом механізмів і закономірностей просторово-часового функціонування систем як на компонентному, так і на внутріємерджентному рівнях (прояв цілісності), що накладають відповідні обмеження й забезпечують упорядкованість внутрі- та міжсистемним відношенням.

Завдяки інформаційній природі інваріант систем здатен у надзвичайно незначний проміжок часу реагувати на будь-які мінливості як у самих системах, так і в їхньому навколишньому середовищі.

Оскільки природні територіальні системи обов'язково характеризуються певною гармонійністю структурно-функціональних складових, які контролюються їхніми інваріантами, то виділяють також інваріант гармонійної складової територіальних систем як сукупність гармонійно контрольованих станів природних систем, які забезпечують протидію руйнуванню їхнього загального інваріанта, тобто його якісної зміни (Петлін, 2019). Такий гармонійний інваріант практично сам може бути зруйнований, але не повністю, оскільки підтримується зовнішнім фоновим гармонійним впливом. Навіть за якісної зміни територіальної системи й відповідного руйнування його загального інваріанта, імовірно, що головні якості інваріанта гармонійного можуть бути збережені в новій системі. Це явище відіграє значну стабілізаційну міжсистемну роль. Воно надає можливість оточенню за короткий час сформувати нову територіальну систему на місці старої та забезпечити її відповідними стабілізаційними механізмами.

Функціонування територіальних систем переважно є перебігом певних їхніх станів. Тут поняття «стан» сприймають як інформацію про засоби дії системи в конкретний проміжок часу. Стан системи визначається станом усіх її елементів, при цьому він не є їх механічною сукупністю (Чистяков, 2006). Отже, стан територіального утворення – це стійка цілісна сукупність структурних властивостей системи в певний проміжок часу, яка є проявом, а також мірою розвитку й водночас інформацією про їх функціонування в межах інваріанта (Петлін, 2008). Будь-який стан інваріантно підтримувальний, оскільки обов'язково характеризується певною просторово-часовою стабільністю. Отже, інваріантом стану є сукупність характеристик природної територіальної системи в межах контролюючої дії певного станоформувального фактора (факторів). Такими факторами можуть бути атмосферні опади, мінливість сонячної активності, пов'язана зі зміною дня й ночі, тощо (Петлін, 2005 б). Оскільки стани в територіальних утвореннях різняться за протяжністю та мінливістю приналежністю (функціональні, динамічні, еволюційні), то відбувається також диференціація їх інваріантної контрольованості. Так, наприклад, інваріант еволюційного стану ландшафтної системи є сукупністю закономірно пов'язаних поступальних станів системи в межах її певного еволюційного стану (Петлін, 2009). Тут поняття «еволюційний стан» сприймають як стан, який характеризує певний етап розвитку територіальної системи, пов'язаний із фазами та підфазами їхнього розвитку (Мамай, 1982, 1992). Тобто функціонування територіальних систем завжди супроводжується відповідним перебігом контрольованих функцій, пов'язаних із

відповідними інваріантними залежностями. Більше того, кожний такий стан обов'язково характеризується взаємопов'язаною сукупністю інваріантних контрольних функцій (функціональних, динамічних, еволюційних), де функція, що належить більш протяжному стану, є пріоритетною.

Організованість та мінливість територіальних систем реалізується в межах певного простору. Оскільки в ньому панують інваріанти територіальних систем, то виникає й інваріантний простір. У межах такого простору, представленого не просто сукупністю властивостей об'єктів і їхніх елементів, які описують зовнішні та внутрішні відношення координатії (Боков, Тимченко, Черванев, Рудык, 2005), а послідовними стадіями організації природного простору, де кожен процес відбувається тоді й там, де це дає змогу координувати його з усім процесом загалом (Пригожин, 2006), відбувається збереження властивості інваріантності. Такий інваріантний простір виходить за межі природної територіальної системи та фактично поширюється на простір її плеромного утворення (цілісне функціональне природно-територіальне утворення, котре виникає внаслідок взаємодії будь-якої ландшафтної системи з власним ландшафтним оточенням і здійснює контрольні-корегувальні функції щодо цієї системи). Будь-який інваріантний простір системно складно організований, тобто перебуває під контрольним впливом інваріантів декількох територіальних систем. Як наслідок, він характеризується ускладненою інваріантною мінливістю, що водночас відзначається підвищеною просторово-часовою стабільністю.

Структурно інваріантне поле територіальних утворень складають внутрі- й зовнісистемні інваріанти. Зовнісистемний інваріант представлений діапазоном зовнішніх умов існування природної територіальної системи, якісна зміна якого обов'язково провокує якісну зміну самої територіальної системи (Петлін, 2008). Такий інваріант (щодо будь-якої територіальної системи) характеризується системним різноманіттям (за кількістю дотичних територіальних утворень). Кожна така пара дотичних систем відзначається певною інваріантною автономністю, та водночас її стабільність підтримується іншими парами інваріантів.

Розглянемо зовнідинамічний інваріант складної територіальної системи. Його трактують як коридор можливих динамічних змін системи, заданий за допомогою зовнішніх чинників, контрольованих дотичними інваріантами її ландшафтного середовища. Саме завдяки динамічній активності поєднаних територіальних систем у сукупності з динамічністю ієрархічно ускладненої системи формується інваріантно контрольована функціональна структура територіальних утворень, при цьому чим динамічніша ієрархічно вища система, тим із менш протяжним життям виникають її складові (Петлін, 2018). Отже, зовнідинамічний інваріант

системи є динамічним утворенням, яке значною мірою контролюється динамічністю інваріантів дотичних систем. Це надає їй динамічної стабільності. При цьому динамічна активність внутріструктурних складових ускладненої територіальної системи може значно відрізнитися між собою. Таке внутрішнє динамічне різноманіття підвищує інформаційну складність систем, а отже, збільшує швидкість реагування інваріантних властивостей систем на зовнішні збурення.

Усукупненим інваріантом ієрархічно ускладненої природної територіальної системи є взаємопов'язана та ієрархічно залежна цілісна інваріантна система, що складається з інваріантних рівнів організації територіальної системи (функціонального, станового, системно-цілісного), що є складовою загального механізму її просторово-часової стійкості (Петлін, 2018). Такі рівні інваріантної системної організованості відіграють як індивідуальну, так і системно-цілісну роль. Інваріантний рівень функціональної організованості територіальних систем контролює взаємодіючу сукупність функціональних процесів і явищ, котрі формують, підтримують, корегують та контролюють цілісність системи, спрямовані на досягнення мети функціонування через емерджентну взаємозумовленість її структурно-функціональних складових. Ця організованість має найбільш значні відхилення від інваріантно запрограмованої мінливості й водночас, оскільки вони найменш стійкі, відносно легко повертаються до нормального, інваріантно контрольованого стану. Щодо інваріантно станового рівня системної організованості, то оскільки стан – це співвідношення параметрів структури природних територіальних систем у конкретний проміжок часу, який підтримується такою їхньою ознакою, як мінливість, що зумовлюється кількісно та якісно неоднорідними в часі й просторі вхідними та вихідними речовинно-енергетичними й інформаційними потоками, то інваріантно контрольована станова організованість є взаємопов'язаною сукупністю зв'язків і процесів, які характеризують стійкі взаємозалежні стани цілісних систем та забезпечують їм цільову спрямованість у розвитку. Отже, станова інваріантна організованість є контрольним і корегувальним чинником для інваріантно-функціональної організованості. Системно-цілісна інваріантна організованість для будь-якого територіального утворення є пріоритетною щодо інших внутрісистемних інваріантних організованостей. Вона має як внутрі-, так і зовнісистемні чинники як контролю, так і власного корегування, а тому відзначається значною стабільністю.

Візуально сукупність внутрі- й зовнісистемних інваріантних властивостей природних територіальних систем проявляється в їх просторових конфігураціях. Існує поняття інваріанта ландшафтного малюнка у вигляді кількісних параметрів ландшафтних мозаїк, незмінних під час зміни будь-якого фактора (Викторов, 2006). При цьому така незмінність не абсолютна. Значна кількість міжсистемних меж характеризуються просторовою мінли-

вістю (інколи навіть пульсаційністю). Як наслідок, певним чином змінюються також конфігурації територіальних утворень. Це означає, що просторово поєднані системно-цілісні інваріанти спроможні розширювати або зменшувати ареали виявлення. Та це не призводить до руйнування самих системних інваріантів. Вони зникатимуть у випадку просторової деградації внутрішніх структур територіальних систем, які й індикують інваріанти.

Просторову виявленість системно-цілісних інваріантів інколи характеризують через планіметричні показники. Ними є двомірні фігури (наприклад карта), розміщені в межах однієї площини. Отже, планіметричним інваріантом є сталий інваріант щодо геометричних перетворень поверхні надходження (Костріков, Черваньов, 2010). Такий інваріант контролює стабільність геометричної мінливості показників системних просторових стійкостей. Тут потрібно розрізняти мінливість зі зміною внутрішніх геометричних показників системи у вигляді міжструктурних просторів і зміну міжсистемних просторів. За першої інваріант системи не змінюється, а за другої – відбуваються зміни просторових ареалів інваріантів.

На вищому щаблі перебувають організаційні інваріанти. Так, інваріант організації природних територіальних систем є сукупністю впорядкованих у просторі та часі структурно-функціональних складових системи та системоформувальних процесів, які залишаються якісно сталими для цієї системи за мінливості її станів, що є її індивідуальними якісними ознаками (Петлін, 2016б). Отже, основою такого інваріанта є структурно-функціональні складові територіальної системи, які проявляються через сукупність сталих системоформувальних і системопідтримувальних зв'язків та процесів. Інваріанти системної організації (організованості) є найбільш складними й взаємозалежними від специфіки дотичних інваріантів.

Оскільки природні територіальні системи ієрархічно ускладнені, то такий ускладнений інваріант організованості є сукупністю впорядкованих у просторі та часі структурних складових у вигляді ієрархічних рівнів сукупно зі структурно-функціональною організованістю на всіх рівнях і самої цілісної вищої ієрархічної конструкції, а також системопідтримувальними процесами та залежностями, котрі залишаються якісно сталими для цієї системи за мінливості її станів і є її індивідуальними якісними ознаками (Петлін, 2018). Територіальна піраміда таких ієрархічно підпорядкованих інваріантів характеризується відповідною інваріантною ієрархізованою цілісністю й стабільністю. При цьому кожен нижчий рівень інваріантів (чим нижчий рівень організаційної організованості, тим більша чисельність однорівневих інваріантів), тим більша їх вертикальна залежність.

Інваріантні властивості природних територіальних систем контролюють не лише їхню системну, а й організаційно-спеціалізовані функції. Прикладом може слугувати наявність у систем організаційної стратегії. Її сприймають як закономірну систему умов взаємоіснування взаємодіючих територіальних систем у часі та просторі; систему врахування групового в єдності зі збереженням індивідуального; речовинно-енергетичну й інформаційну систему, що забезпечує єдність локального (локально-групового) та глобального; програму й водночас засіб самореалізації природних територіальних утворень (Петлін, 2006). Отже, стратегія територіальних систем розкриває засоби та мету їх організаційного буття. Для такої організаційної організованості системи повинні мати відповідний інваріант, який забезпечує їм стабільність у досягненні стратегічного завдання. Тобто інваріант стратегії природних територіальних систем є існуванням граничних меж прояву відповідної стратегії впродовж характерного часу системи (Петлін, 2006). Інваріант стратегії територіальних утворень дає їм змогу варіювати стратегічними проявами, зберігаючи при цьому стабільну стратегічну єдність. Отже, апарат стратегічних проявів у територіальних системах належить до сукупності інваріантно підтримувальних механізмів, які забезпечують їм досягнення програмованої мети.

Загалом природну диференціацію ландшафтної сфери на різноієрархічні, внутрішньо поєднані територіальні утворення сприймають як топологічне явище. Топологія територіальних систем належить до фізико-географічного вчення, об'єктом розгляду якого слугує внутрішня ландшафтна диференціація природного середовища, здебільшого її дрібніші підрозділи, особливо елементарні геосистеми. Конкретну інформацію про показники процесів одержуємо в польових умовах на полігонах-трансектах за факторальним рядом фаций, типових для урочища, із дотриманням синотопності й синхронності досліджень (Топологія степних геосистем, 1970). Процес диференціювання ландшафтної сфери на територіальні складові не хаотичний – він стабільно закономірний, а отже, повинен характеризуватись інваріантністю. Вважають, що топологічний інваріант є стійким інваріантом щодо будь-яких неперервних перетворень (Костріков, Черваньов, 2010). Завдяки такому інваріанту системоформувальні процеси в межах ландшафтної сфери отримують закономірну стійку спрямованість, котра підтримується в подальшому під час функціонування територіальних систем.

Функціональна мінливість будь-яких територіальних утворень найбільш короткотривала, а тому належить до основної під час дослідження геофізичної їх мінливості. Відповідний функціональний інваріант сприймають як такий, що виявляє свої властивості у випадку бієкції однієї динамічної системи в іншу, тобто за наявного взаємооднозначного відображення двох систем (Костріков, Черваньов, 2010), а також як функціональний проміжок,

у межах якого природна територіальна система не втрачає своєї індивідуальності (Петлін, 2008).

Загалом, бієкція є відповідністю, яка асоціює один елемент вхідної множини з одним і лише одним елементом результуючої множини й навпаки, одному елементу результуючої множини протиставляється один і лише один елемент вхідної множини (Колмогоров, Фомин, 1976). Отже, така бієкційна залежність не лише елемент функціональної мінливості природних територіальних систем, а й показник, що характеризує явище в системі інваріантності, за якої відбувається стабілізація компонентних і структурних взаємозалежностей.

В ієрархічно ускладнених системах також спостерігаємо функціональний інваріант як закономірне поєднання функціональних інваріантів усіх ієрархічних рівнів системи у вигляді структурних складових, за якого у вищій ієрархічній системі з'являються емерджентно-інваріантні властивості, насамперед у вигляді структурно-функціональної організованості (Петлін, 2018). Тут явище інваріантної імерджентності представлено стабільним інформаційним зовнішньо контрольованим впливом на систему, за якого в ній зберігається властивість цілісності під час функціональної мінливості.

Мінливість природних систем підпорядкована принципу інваріантності. Він дає змогу встановлювати нові кореляції між явищами. Якщо події $A, B, C \dots$ призводять до виникнення події X , то події $A^I, B^I, C^I \dots$ з необхідністю спричиняють виникнення події X за умови, що $A^I, B^I, C^I \dots$ і X^I одержуються з $A, B, C \dots$ і X за дії одного з перетворень симетрії (інваріантності) (Вигнер, 1971). Отже, принцип інваріантності свідчить, що симетрійно-функціональні мінливості є інваріантно стабільними.

3. СТРУКТУРА ІНВАРІАНТІВ У ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Загалом поняття «структура» (від лат. *structura* – будова, розміщення, порядок) має надзвичайну кількість різноманітних і відночас взаємодоповнюваних трактувань. Розглянемо деякі з них:

- повільний процес значної протяжності (Bertalanffy, 1949);
- структура – це те, що найповніше схильне до стійкості. Виявити структуру об'єкта – означає згадати його частини й засоби, за допомогою яких вони вступають у взаємовідносини. Оскільки структура може бути визначена декількома відношеннями, то для її визначення потрібно брати та виокремити певні відношення з деякої множини відношень між частинами об'єкта (Рассел, 1957);
- сукупність зв'язків, залежностей і взаємозалежностей, які встановлюються між елементами явища (Ельмслев, 1960);
- характер зв'язку між елементами (Свидерський, 1962; Афанасьєв, 1963; Мамзин, 1964; Ланге, 1969; Кравець, 1970);
- один із засобів виокремлення певних відношень об'єкта (Сагатовский, 1965; Щедровицкий, 1965);
- принцип засобу, закону зв'язку елементів цілого (Свидерский, 1965);
- структура – це інваріантний аспект системи (Овчинников, 1967; Урсул, 1968; Блауберг та ін., 1970);
- це поняття дає змогу вичерпати невичерпний об'єкт, воно переводить об'єкт до сфери пізнання й робить його вичерпним у певній теоретичній системі, яка може бути досліджена. До категорії «структура» треба включати не лише відношення, а й елементи. Виокремлюють три аспекти категорії структури – елементи, зв'язки та цілісність (Овчинников, 1967);
- структура – це розгорнутий вираз сутності певного об'єкта пізнання (Кремянский, Шаталов, 1967);
- сукупність пов'язаних між собою елементів, зв'язків і залежностей (Грушин, 1967);
- структура – це обмеження, накладені на систему (Крымский, 1968);
- стійка виділеність, дискретність частин системи як цілого й фаз або стадій процесів її мінливості та розвитку, а також стійка системна впорядкованість, певний ряд всієї сукупності зв'язків, відносин і взаємодій між цими частинами, фазами й стадіями. Якщо коротко, то це закон побудови та поведінки об'єкта (Кремянський, 1969);
- інваріантний аспект геосистеми (Сочава, 1969);
- такий засіб поєднання складових елементів, коли вони здатні виконувати свої функції, доповнюючи один одного й гармонізуючись (Щепанський, 1969);

- найважливіша ознака системи (Тимофеев-Ресовский, 1970);
- структура є повільним процесом великої протяжності (Сетров, 1971);
- структура як форма руху матерії є відображенням у науці відповідної системи законів і закономірностей, Тобто структура – це закони будови й поведінки об'єкта (Трусов, 1971);
- стійка впорядкованість (Тюхтин, 1972);
- зв'язки між елементами системи (Свидерский, Зобов, 1972; Любарский, 1976);
- відносно стійкий характер співвідношення, розміщення, функціонування та взаємозв'язку різних частин й елементів, тобто інваріантний аспект системи (Ниценко, 1973);
- впорядкованість множини елементів, «композиції», яка зберігається щодо певних специфічних змін, перетворень (Ахундов, Борисов, Тюхтин, 1973);
- загальне, яке містить склад із підпорядкованих систем, їх взаємне розміщення (просторову або морфологічну структуру) та різні взаємодії між ними (функціональну структуру), і все це – у динаміці, у мінливості та в просторі й у часі (Мазинг, 1973);
- узагальнена характеристика специфічних системних властивостей, яка фіксує в абстрактній формі елементи, відношення, зв'язки системи, їх упорядкованість та організацію (Садовский, 1974);
- ланцюг зворотних зв'язків, який може бути застосований до всіх об'єктів, мінливих у часі (Форрестер, 1978);
- структура – невід'ємний атрибут визначення системи й одна з основних категорій загальної теорії систем, де вона, із формального погляду, часто слугує предметом математичної схеми опису і подає, у такому випадку, частково впорядковану множину M (Месарович, Такахара, 1978). Ця множина характеризує внутрішню форму організації системи, що відповідає загальнонауковому визначенню структури як сукупності складових, поєднаних певним, самоутворювальним відношенням. Необхідність уведення поняття структури полягає в тому, що вважається неможливим ані в природі, ані в соціальній еволюції систем визначити кінцеву кількість елементів системи будь-яким іншим чином, ніж через поняття «структури» або «структурної сталості» (Пригожин, Стенгерс, 2003);
- інваріантний аспект системи (Крауклис, 1979);
- сукупність елементів, інваріантних щодо еволюції системи, і процеси функціонування (енергомасопереніс між елементами системи та за її межі) (Черванев, 1979);
- фізичне втілення організації системи (Maturana, Varela, 1980);
- інваріантне в часі фіксування зв'язків між елементами системи, яке формалізується математичним поняттям графа (Флейшман, 1982);

- сукупність, система відношень елементів, які утворюють певне ціле, завжди є виразом залежності або взаємозалежності елементів, що опосередковується більш віддаленою основою. Тобто задля поділу структур насамперед важливо враховувати безпосередність або віддаленість основи, яка визначає залежність чи взаємозалежність елементів у рамках конкретного цілого (Свидерский, 1983);
- відношення порядку, котре визначене на сукупності. Параметри структури визначають її форму в топографічному й багатомірному просторі (Пузаченко, 1997);
- це такий спосіб сполучення яких-небудь предметів (однакової чи різної природи) одного з одним, за якого утворюється новий предмет зі специфічними емерджентними властивостями (Мороз, Онопрієнко, Бортник, 1997);
- структура – це закодована історія процесів або записана інформація про події (Боков, 1998);
- фізичне втілення її патерна організації. Опис структури містить характеристики реальних фізичних компонентів системи – їх форму, хімічний склад тощо (Капра, 2002);
- модель, що побудована за допомогою деяких операцій спрощення, які дають змогу розглядати явище з одного-єдиного погляду (Еко, 2004);
- сукупність внутрішніх сталих та істотних зв'язків між елементами, що визначає основні властивості системи. Структуру утворюють найсуттєвіші та найстійкіші відношення між об'єктами (Старіш, 2005);
- локалізований у певних ділянках середовища процес. Тобто процес, який має певну геометричну форму, здатний перебудовуватися й переміщуватися в цьому середовищі (Князева, Курдюмов, 2005);
- поняття «структура» проявляється в тому, що вона існує у вигляді нескінченного різноманіття цілісних систем, тісно взаємопов'язаних між собою, а також у впорядкуванні будови кожної системи. Така структура нескінченна в кількісному і якісному відношеннях (Хорошавина, 2005);
- мінлива системна впорядкованість у вигляді інваріантної сутності організації, яку становлять механізми її просторово-часового функціонування, внутрікомпонентні та внутрімерджентні складові як прояв цілісності, що накладають відповідні обмеження й забезпечують порядок підпорядковано-функціональним міжсистемним відношенням. Будь-яка зафіксована структура є лише моделлю, фрагментом реальної структури природної територіальної системи (Петлін, 2009);
- структура відображає найбільш суттєві взаємовідношення між елементами і їхніми групами (компонентами, підсистемами), які мало змінюються за мінливостях у системі й забезпечують існування системи та її основних властивостей. Структура – це сукупність

елементів і зв'язків між ними. Структура може бути представлена графічно у вигляді теоретико-множинних описів, матриць, графів, записів мовами моделювання структури й ін. (Гольшєв, 2011);

- множина частин або форм (елементів), які перебувають у взаємодії та специфічному порядку, необхідному для реалізації функцій. Отже, функція є первинною відносно структури (Катренко, 2013);
- генетично зумовлена внутрішня форма організації системи у вигляді закону дискретності взаємозв'язків компонентів та елементів цілого, унаслідок чого вони, гармонізуючись, спроможні виконувати задані функції, які реалізуються в стійких процесах здатних протидіяти зовнішнім і внутрішнім збуренням, що становлять інваріантний аспект системи та характеризують накладені на неї функціональні обмеження, проте є лише моделлю реальної структури природної територіальної системи (Петлін, 2016б).

Виокремивши основні визначення структури із поміж наведених трактувань, отримуємо, що структура характеризується такими ознаками: стійкі сповільнені процеси; сукупність зв'язків, залежностей і взаємозалежностей; принцип засобу, закону зв'язку; закон побудови й поведінки об'єкта; три аспекти категорії структури – елементи, зв'язки та цілісність; обмеження, накладені на систему; стійка системна впорядкованість; інваріантний аспект геосистеми; функції доповнюють одна одну й гармонізуються; ланцюг зворотних зв'язків; сукупність елементів, інваріантних щодо еволюції системи; новий предмет зі специфічними емерджентними властивостями; закодована історія процесів або записана інформація про події інваріантної сутності організації. Спираючись на ці ознаки, можемо зазначити, що поняття «структура» означає сукупність міжелементних, зв'язків, контрольованих системними залежностями й взаємозалежностями, що є результатним явищем принципу закону системного зв'язку та призводить до контрольованої побудови й поведінки системи через забезпечення її цілісності, і контрольованих обмежень, що є проявом інваріантної системної організованості. Отже, структурність ґрунтується на властивостях елементів.

Елементи системи сприймають як:

- певну частину системи, котра є достатньою для розуміння її функціонування (Кузнецов, Идлис, Гутина, 1996);
- різноманітні компоненти, процеси, зв'язки, які поєднуються одним терміном – фактори (Двинских, Морозова, 2009);
- структурний компонент системи, котрий неможливо поділяти далі, не змінюючи його властивостей (Мельник, 2016).

Тобто будь-яка природна система насамперед характеризується наявністю елементної (компонентної) структури. При цьому не будь-які елементи формують структуру, а лише необхідні й мінімальні для певної

системи явища, відношення й процеси, що створюють нові явища, відношення та процеси, які є носіями властивостей територіального утворення (Петлін, 2019). Такі елементи часто трактують як консервативні, які найбільш повно відповідають сучасним умовам і визначають сучасну структуру ландшафту (Исаченко, 1991).

Загалом компонентну структуру трактують так:

- компонентній структурі властива ієрархічність. Це проявляється в тому, що кожна компонента поділяється на підкомпоненти першого порядку, які складаються з підкомпонент другого порядку, і т. д. Відповідно до цього існують також відношення компонентної належності різних ієрархічних рівнів (Паламарчук М., Паламарчук О., 1998);
- складається з внутрішніх і зовнішніх (міжсистемних) відносин на рівні компонентної організації як взаємопов'язаної сукупності системоформувальних складових, які забезпечують виникнення системного цілого. До таких структурно-компонентних утворень належать літогенна основа, води, атмосферний складник, рослинний і тваринний світ, ґрунтовий покрив. Серед них як пріоритетно-організаційні найчастіше розглядають перші три (Петлін, 2016б).

Серед географічних розрізняють компонентно-територіальні структури, котрі складаються з внутрішніх і зовнішніх (міжсистемних) відносин на рівні компонентної організації як взаємопов'язаної сукупності системоформувальних складників, що забезпечують виникнення системного цілого. До таких структурно-компонентних утворень, як уже зазначено, належать літогенна основа, води, атмосферна складова, рослинний і тваринний світ, ґрунтовий покрив. Серед них пріоритетно-організаційними вважають перші три (Петлін, 2018).

Найчастіше розглядають внутрішні (внутрісистемні) структури. Їх сприймають як:

- структуру, яку становлять відношення між елементами системи (Щедровицький, 1965; Попов, 1968);
- структуру, що проявляється у вигляді сукупності зв'язків між фіксованими компонентами геосистеми. Ці зв'язки «спроєктовані» на фізичну поверхню Землі й становлять разом із самими компонентами вихідні характеристики функціональної системи (моделі). Маються на увазі саме ті компоненти та зв'язки, які виникли внаслідок роботи «чорної скриньки» (діяльності речовинно-енергетичних потоків) у граничних умовах вхідних змінних, що докорінно відрізняє їх від компонентів і зв'язків ландшафтного каркасу (Коломыц, 1987);
- взаємозв'язок елементів усередині системи (Гавриленко, 2008);
- закономірно сформовану функціональну єдність структурних утворень, котра характеризується організованою сукупністю відношень і взаємозв'язків між ними (Петлін, 2009);

- закономірно сформовану внутрі- й зовнісистемними процесами функціональну єдність структурних утворень, яка характеризується організованою сукупністю відношень і взаємозв'язків між ними (Петлін, 2010).

Водночас, структуру географічну (структуру географічних систем) сприймають як структуру сітки географічних відношень між елементами системи або між географічними об'єктами в просторі (Мересте, Ныммик, 1984). Тобто це дуальна структура, яка складається із закономірного поєднання внутрішньої (внутрісистемної) та зовнішньої (зовнісистемної) структур. Отже, структура природних територіальних систем – це складне, багатопланове поняття. Її визначають як просторово-часову організацію (упорядкованість) або як взаємне розміщення частин і способи їх з'єднання. Визначений, закономірний набір станів геосистем, що ритмічно змінюються в межах деякого характерного інтервалу часу, який можна назвати характерним часом, або часом виявлення системи (Василега, 2010), тобто це сукупність найбільш стійких зв'язків між складовими частинами систем (Гавриленко, 2008), котрі спонтанно сформувались у процесі еволюції певної ділянки географічної оболонки і є результатом дії гармонізаційно-формуєвальних механізмів.

Така структура є органічним поєднанням внутрішньої й зовнішньої структур. При цьому саме зовнішню (зовнісистемну) сприймають як:

- структуру, яку становлять зв'язки системи з навколишнім середовищем (Щедровицький, 1965; Попов, 1968);
- зв'язок системи з іншими системами, а також із середовищем її існування (Гавриленко, 2008);
- структуровані зовнішні зв'язки системи, які характеризуються контрольнo-корегувальними функціями щодо структури внутрішньої (Петлін, 2009).

Будь-яка реальна структура не «мертва» – вона характеризується безперервною мінливістю в часі та просторі. Так, структуру компонентно-функціональну сприймають як форму організації системоформуєвальних компонентів на основі взаємовідносин внутрі- й міжсистемних зв'язків. Це частини певного цілого, які завжди мають відповідне призначення в цьому цілому та, незважаючи на те, що можуть не мати жодних сигнальних або знакових компонентів, завжди є відображенням і виразом також дечого більшого, ніж вони самі. При цьому зростає та ускладнюється «історичність» самих безпосередніх структур: коли вони стають функціональними, у них виражено не лише те, що належить до історії виникнення цього цілого, а й також те, що співвіднесене з його майбутніми діями в якомусь, ще більш широкому цілому (Кремянский, 1977). Отже, мінливість структурної організованості територіальних систем проявляє себе як складова мінливого цілого й при цьому відповідає залежності, відповідно до якої ціле

завжди більше, ніж сукупність її складників. Більше того, така мінливість містить ознаки майбутніх мінливостей структури.

Найбільшою структурною складністю відзначаються ландшафтні системи. Структуру ландшафтних систем трактують як:

- єдність наявних, стійких у часі та просторі підпорядковано-функціональних кількісно детермінованих зв'язків у межах конкретної частини ландшафтної сфери, яка об'єднує комплекс у систему, надає їй цілісності й інваріантності та забезпечує просторово-часову організованість (упорядкованість) і взаємодіючому й гармонізоване розміщення її частин та засобів їх поєднання (Петлін, 2006б);
- структура, яка характеризується самоцінністю як умовою реалізації важливих з екологічного й господарського погляду емерджентних властивостей. Це не лише набір, а й характер взаєморозміщення та взаємодії індивідуальних ландшафтних комплексів (лісових, болотних, лучних, аквальних й ін.) і їх антропогенних модифікацій, що визначає низку властивостей природно-антропогенного ландшафту як єдиного цілого. До таких емерджентних властивостей можна віднести формування кліматичного режиму території (радіаційний баланс, атмосферні опади, вітровий режим та ін.); формування гідрологічного режиму річкового басейну, співвідношення поверхневого й підземного стоку, характер затоплення та підтоплення заплав, динаміка ґрунтових і підґрунтових вод; регулювання сили, регулярності, напрямку рельєфоформувань процесів, зокрема тих, що спричиняють утрати транспортної інфраструктури, родючості сільськогосподарських земель, хімічного та теплового режиму поверхневих вод; створення умов для збереження й відновлення біологічного різноманіття шляхом взаємодії між ландшафтними комплексами, які забезпечують необхідний упродовж життєвого циклу набір місцезнаходжень, їх зв'язаність, необхідну сумарну площу, специфічну конфігурацію та сусідство; створення потенціалу багатофункціонального використання території, що зумовлює стійкість місцевого суспільства до зовнішніх соціально-економічних чинників; формування естетичного, звукового вигляду території, який впливає на її привабливість для задоволення духовних і рекреаційних потреб суспільства (Дьяконов, Хорошев, 2011);
- сукупність взаємодіючих компонентів (вертикальна, або компонентна, структура) і просторових елементів (горизонтальна, або просторова, структура). В обох випадках розглядається тривимірний образ ландшафту (Хорошев, 2016).

Взаємозв'язки та взаємозалежності між структурними складовими територіальних систем характеризуються гомеостатичністю у вигляді сукупності стійких інваріантних квазірівноважених станів у межах стабільної нерівноважної внутрісистемної програмованої мінливості на

фоні зовнішніх збурювальних чинників. Як наслідок, виникає стабільна мінливість, підтримувана інваріантними властивостями систем, де реалізується гомеостатичний ефект як підвищення речовинно-енергетичного взаємообміну між будь-якою парою взаємодіючих структурних внутрішніх складників, що призводить до прагнення системи знизити подібні показники в інших парних міжструктурних взаємозв'язках. Отже, зберігається функціональна внутрішня квазірівновага (Петлін, 2013). При цьому контрольні функції за такою мінімістю впродовж усього часу існування системи належать їхнім інваріантним властивостям.

Такий інваріантний контроль забезпечує появу в природних територіальних системах ефекту просторової наближеності, який забезпечує взаємозв'язок між складовими одновидового системного угруповання. За досить значної кількості складників у такому угрупованні та структурної стійкості системи, незалежно від того, яка структурна складова першою отримала зовнішній вплив, основні риси внутрішньої перебудови системи зберігають константність. Відбувається своєрідна каналізація різних за характером зовнішніх впливів, що й надає певну визначеність поведінці всієї системи загалом доти, доки зберігається її структура (Петлін, 2016б).

Отже, саме інваріантні властивості систем забезпечують усю сукупність їх внутрішньої й зовнішньої структуризації у вигляді встановлення загальних залежностей (правил) між складовими будь-якої системи та індивідуальних засобів зв'язку їх між собою. Загалом, ефект структуризації належить до провідних ефектів загальної просторово-часової організації територіальних систем. Вона зумовлена багатоманітністю функцій і зв'язків, властивих системі, а також часто використовують, щоб «спростити» надмірно складне різноманіття територіальної системи для цілей управління. Особливості структурної організації територіальних систем пов'язані з такими процесами, як функціонування, еволюція, розвиток, упорядкування ентропії тощо. Отже, її контролюють і вона сама контролює такий важливий параметр, як складність систем (Петлін, 2016б).

Постає запитання: чи сам інваріант природної територіальної системи характеризується структурованістю? Якщо основу інваріанта становить взаємопов'язана сукупність статичних складових системоформувальних компонентів (літогенної основи, повітряних мас, вод, рослинного й тваринного світу), то щонайменше він має компонентну структуру. Її взаємопов'язаність обов'язково створює відповідну стабільну цілісність, котра характеризується значною взаємоузгодженістю. Саме це викликає в територіальних утвореннях ефект структурної взаємоузгодженості (взаємозалежності), що свідчить про те, що в будь-якій природній територіальній системі структура її складових компонентів-факторів є взаємоузгодженою, тобто процес їх формування, просторово-часова ритміка, функціонування

та еволюція відбуваються в тісній взаємозалежності між собою, що і є основою створення всієї різноманітності природних територіальних систем. Водночас те, що абсолютно узгоджене, не буває стійким. Як наслідок, у системах присутня протилежна залежність у вигляді ефекту структурної відносної незалежності (автономії): у будь-якій природній територіальній системі структура її складових компонентів-факторів володіє певною незалежністю (автономією) у формуванні, просторово-часовій ритміці, функціональній особливості та еволюції (Петлін, 2008).

Пов'язана структурна організованість територіальних систем також із явищем їх спеціалізації. Щодо природних утворень поняття «спеціалізація» сприймають як:

- щодо екології – вузькі морфологічні пристосування окремих природних систем до відносно постійних умов довкілля (Словник-довідник з агроекології, 2007);
- спрямовану спонтанну діяльність ландшафтної системи на досягнення певної (зазвичай генеральної) мети (Петлін, 2013).

Отже, явище спеціалізації не лише пристосувальне, але й засіб досягнення системами мети їх життєдіяльності. Так, ефект структурної спеціалізації належить до емерджентної організації системи й полягає у виконанні певними структурними складовими спеціалізованих функцій: відповідальність за збереження інваріантних властивостей, речовинно-енергетичного транзиту, захисту, сприйняття зовнішніх інформаційних кодів, формування емерджентного зворотного зв'язку, акумуляції тощо. Така спеціалізація продиктована умовами просторового розміщення структурної складової, її відносної мінливості (динамічності), просторово-часової стійкості. Усе це було б неможливим, якби поряд із контрольними впливами складові не характеризувались певною свободою вибору, оскільки поряд з організаційною цілісністю в системах існує плюралістична свобода складових, яка призводить лише до збагачення цієї цілісності (Петлін, 2013).

Спеціалізація в територіальних системах притаманна їхнім компонентній, структурно-функціональній та системно-цілісній організованостям. Так, спеціалізація компонентної структури характеризується значною автономністю й залежить від особливостей того чи іншого компонента: літогенної основи, вод, атмосферної складової, біоти, ґрунту. Найчастіше їх спеціалізацію поділяють на провідну роль у збереженні інваріанта системи й на роль динамічної складової. До провідної належить літогенна основа води й атмосфера складова, до динамічної біота. Ґрунти займають проміжне положення між ними. Оскільки територіальні системи та, відповідно їх інваріанти постійно перебувають під дією різноманітних мінливостей, що відображено в їхній функціональній структурі, то виокремлюють функціонально-структурну спеціалізацію. Її переважно поділяють на збереження

інваріанта системи, транзитну, акумулятивну, захисну, сприйняття інформаційних сигналів, вироблення відповіді на них тощо (Петлін, 2016б). Постає запитання, чи інваріанти природних територіальних систем також характеризуються властивістю спеціалізації. Оскільки інваріанти – це не лише відповідний контроль за будь-якими властивостями систем, а й апарат, який повинен також мати ці властивості (інакше він був би неспроможний здійснювати контроль і корегування за ними). Тобто в основі будь-якої системної спеціалізації перебувають спеціалізовані властивості їхніх інваріантів, імовірно, на інформаційному рівні.

Показником стабільності територіальних утворень, а отже, і їхніх інваріантів є також властивість толерантності. Поняття «толерантність» (від лат. *tolerantia* – терпіння) сприймають як:

- діапазон різних фізичних факторів існування геосистем і їхніх станів (режимів), який описується через інтегральні показники – біологічні, біокосні й фізико-хімічні (Дьяконов, 1991);
- здатність систем не відчувати зовнішніх впливів (Mussell, Malone, 1979);
- адаптованість природних систем до певних умов середовища (Декларация принципів толерантности, 2001);
- стійкість природних систем протидії чинників середовища (Хомяков, 2003);
- здатність сприймати ті чи інші шкідливі параметри навколишнього середовища (Мельник, 2005).

Отже, поняття «толерантність» є діапазоном чинників існування системного утворення й при цьому відчувати різноманіття зовнішніх впливів, що забезпечує реалізованість до них адаптаційних властивостей. Оскільки контроль-корегувальний вплив на цілісну систему реалізується через їхню структуру, то виникає ефект структурної толерантності. Він полягає в тому, що в будь-якій природній територіальній системі структури її складових компонентів-факторів не втручаються в суто індивідуальні властивості один одного й таким чином надають можливість утворенню структурно-інваріантних компонентних особливостей (Петлін, 2008). Вони характеризуються на фоні системної мінливості структурно-інваріантною стабільністю щомиті контрольованою їх інваріантністю.

Оскільки будь-яка природна територіальна система відзначається цілісністю, то така властивість повинна бути притаманна і їхнім інваріантам. Загалом, поняття «цілісність» сприймають як складову системно-структурної впорядкованості та організованості з єдиною метою і єдністю функцій у вигляді автономної й водночас екологічно контрольованої емерджентної взаємодії з актуальною та потенційною інформацією, де ціле специфікує частини через утворені поля, відтак виникають специфічні властивості симетрії й додатковості, що дає змогу системі послідовно

долати етапи онтогенезу. Це водночас властивість природних утворень мати механізми, які забезпечують їм якісну індивідуальність у межах певного географічного простору, та часу. Цілісність може бути як системного, так і несистемного характеру. Системна цілісність обов'язково характеризується наявністю емерджентної якості. Комплексна цілісність є спрощеною сукупністю елементів, де внутрішні взаємозв'язки не утворюють емерджентного ефекту, наприклад уламок скельної породи (Петлін, 2018). В основі територіальних систем перебуває їх інваріантно контрольована структура. Як наслідок, виникає структурна цілісність, яка з'являється внаслідок дії відповідного ефекту. Сам ефект структурної цілісності – це ситуація, коли структура будь-якої природної територіальної системи спрямовано впливає на формування просторово-часових компонентних (системоформувальних) структур, забезпечуючи таким чином власну структурну цілісність (Петлін, 2008). Отже, поняття «структурна цілісність» доцільно сприймати як властивість систем у вигляді системно-структурної впорядкованості, що характеризується емерджентними якостями, безперервно контрольована системною інваріантністю на фоні системно-структурної мінливості. Як наслідок, структурною цілісністю повинні відзначатися й інваріанти систем. При цьому така інваріантно-структурна цілісність переважно реалізується як інформаційна організованість.

Постає запитання: чи структурна цілісність інваріантів територіальних систем характеризується впливом закону повноти складників? Такий закон проявляється як число структурно-функціональних складників територіальної системи й зв'язків між ними, які повинні бути оптимальними – без нестачі та надлишку (Реймерс, 1990). Усі структурно-функціональні притаманні територіальним системам складники властиві також їхнім інваріантам, водночас інші (додаткові) структурно-функціональні складники, які є в системах тимчасовими й виникають як реакція системи на аномальні зовнішні впливи, не притаманні інваріантам систем і тому не зберігаються після зняття відповідного аномального зовнішнього навантаження.

Загалом мінливість природних територіальних систем супроводжується закономірністю нерівномірного розвитку й розузгодженням темпів виконання функцій елементами системи, згідно з якою, чим складніша система, тим більш нерівномірно розвиваються її складові частини. При цьому в процесі функціонування або розвитку системи її елементи виконують власні локальні функції відповідно до власного темпу. Це закономірно призводить до розузгодження темпів виконання функцій елементами, що становить загрозу цілісності системи і її здатності виконувати власні функції, а також дезорганізації всієї системи до її зупинки (Качала, 2007). Хоча насправді руйнування системи внаслідок структурного «розбігання» темпів розвитку не відбувається, оскільки головним стримувальним чинником тут знову таки є наявність поляризаційного ефекту, який

не дає змоги цьому виникнути внаслідок контролю над енергетично згладжувальними процесами, що контролюються інваріантними властивостями систем.

Запитання: чи нерівномірність розвитку структурних складників територіальних систем закладена в їхніх інваріантних властивостях? Загалом, нерівномірність розвитку структур пов'язана із їх просторово-часовою стійкістю, а тому це явище повинно бути притаманне й інваріантам територіальних утворень.

Нерівномірність розвитку структур систем тісно пов'язана з явищем компартменталізації у вигляді закономірно поділеного внутрішнього простору природних територіальних систем мембранами або «оболонками» на структурно відособлені частини, що дає змогу здійснювати одночасове виконання багатьох реакцій, процесів, функцій (часто протилежно спрямованих), скоординованих і незалежних (Жегунов, 2006). Тобто структура територіальних утворень це не лише самі структурні елементи, а й міжструктурні межі, які володіють своїми властивостями. При цьому вони майже завжди більш складно організовані, ніж структурні елементи, які їх розділяють. Властивості міжструктурних меж стабільні утворення й тому вони обов'язково повинні відображатися в інваріантах систем.

Будь-яка природна територіальна система внаслідок безперервної мінливості отримує не лише стабілізаційні, а й дестабілізаційні впливи. При цьому в системах уключаються компенсаційні механізми. Такий механізм, який генетично вирівнює й скеровує на повернення певну територіальну систему до наближено вихідного стану, діє як реакція на збурення системи. Отже, такі механізми не лише стабільне явище – вони повинні бути присутніми в структурі системних інваріантів. Загалом, те, що інваріанти містять і систему різноманітних стабілізуювальних механізмів, є перспективним напрямом їх дослідження.

Щодо компенсаційного характеру територіальних систем, то насамперед він пов'язаний із їх складністю, тобто явищем, за якого у відповідь на будь-який вплив середовища реакція системи розвивається таким чином, щоби максимально зберегти внутрішню структуру (Молчанов, 1975). Тут поняття «складність» сприймається як властивість об'єкта (водночас форма прояву діалектичності, підхід і метод пізнання його якісного та кількісного різноманіття), який представлений в іншій системі як підсистема, що характеризує рухому, що розвивається в часі та просторі, взаємопов'язану сукупність відношень (стійкі взаємодії, які забезпечують формування цілісних систем, а тому належать до інваріантних ознак) (Петлін, 2016). Отже, явище компенсації (англ. *compensation*) – це не лише реакція системи на порушення її життєдіяльності, за якої неушкоджені структури (компоненти) виконують функції пошкоджених (Словник української біологічної

термінології, 2012), а й інваріантно підтримувальний механізм, який спрямовано стабілізує систему в навантаженому стані, забезпечуючи її просторово-часову стійкість.

Із компенсаційністю в територіальних системах тісно пов'язане явище комплементарності (від лат. *complementum* – доповнення). Його сприймають як:

- за В. М. Солнцевим (1974), одне з основних фундаментальних (геометричних) властивостей природних територіальних систем – певна доповнюваність одних структур іншими, яка відображає дискретно-неперервний характер диференціації земної речовини у взаємодіючих фізичних полях географічної оболонки;
- дає змогу уявляти світ не як скупчення окремих об'єктів, а як мережу відносин між різними частинами єдиного (Соколов, 2002);
- термін застосовується для позначення так званого комплементарного підходу, або принципу комплементарності (доповнюваності), який передбачає застосування різних теорій, методів та, відповідно, систем, що доповнюють одне одного, для різнобічного опису багатограних явищ (Круглов, 2020).

Отже, явище комплементарності свідчить про наявність доповнюваності, яка репрезентує дискретну неперервність географічного простору, і відносини між дискретними утвореннями. Оскільки комплементарність (щодо природних територіальних утворень) – це взаємна відповідність цілісних систем або їх структурних складників, що забезпечує утворення зв'язків між просторово взаємодоповнювальними (комплементарними) структурами внаслідок міжструктурних взаємодій, то такі властивості територіальних систем обов'язково повинні підтримуватися їхніми інваріантами. А отже, самі інваріанти повинні містити на рівні інформаційних програм явища комплементарності.

Оскільки в основу інваріантного контролю за виникненням і розвитком природних територіальних систем покладено структурність, то її головні властивості повинні бути відображені й у самих інваріантах. До одних із провідних належить композиційність. Її сприймають як:

- зовнішній прояв будови, структури, розміщення як наслідок взаємного зв'язку складових частин певної єдності (Петлін, 2010);
- стан і властивості системи, які залежать переважно не від властивостей її елементів, а від композиції, тобто зв'язків між ними (Мельник, 2016).

Отже, в основу композиційності покладено сукупність зв'язків, які підтримують просторово-часову стабільність систем. Наявність таких зв'язків створює явище композиції у вигляді співвідношення окремих частин (компонентів), що утворюють одне ціле (Стадницький, Комарницький,

Товкан, 2010), де властивості вже мають іншу якість (ціле більше від сукупності зв'язків, які його складають). Вважають, що композиція в територіальних системах є об'ємно асиметричною, тобто характеризує широкі можливості систем для виконання різноманітних функціональних завдань, за допомогою яких реалізуються певні організаційні вимоги. Композиційна об'ємна асиметричність розкриває всю багатогранність систем: індивідуальність її складових, певну свободу функціонального вибору, різноманіття функціональних, динамічних та еволюційних ознак тощо. Практично саме асиметрична об'ємна композиція формує індивідуальність усієї цілісної, ієрархічно ускладненої територіальної системи. У будь-якій територіальній композиції об'ємні симетрична й асиметрична композиції є взаємодоповнювальними. Співвідношення між ними не статичне – воно мінливе в часі, але завжди перебуває в межах певного інваріантного коридору мінливості (Петлін, 2018). Реалізують явище композиційності інваріанти територіальних систем через їх структурність.

Структурно-асиметрична композиція може формуватися навіть із симетричних частин, зв'язки між якими не підпорядковані законам симетрії. Такий характер має значна кількість різноманітних природних форм – симетрії підпорядковані частини, ціле асиметричне (Петлін, 2016в). Підпорядкованість частин (складових) – головний засіб поєднання асиметричної композиції. Підпорядкування проявляється не лише у співвідношенні розмірів, розміщенні геометричних акцентів, а й у спрямованості системи просторів та об'ємів один до одного й до центральної функціонально-структурної частини природної системи будь-якого ієрархічного рівня організації. Отже, із таких позицій й інваріанти територіальних систем повинні характеризуватися структурно-асиметричною організованістю.

Водночас, незважаючи на тотальність контролю інваріанта над цілісним територіальним утворенням, у ньому зберігаються залежності, які діють у заперечливому аспекті. Таким, наприклад, є науковий факт взаємозалежності порядку й розвитку. Відповідно до нього, чим вищий порядок у системі, тим повільніше вона розвивається, тобто чим більш жорстко інваріант контролює розвиток системи, тим цей розвиток стає більш уповільненим. Він неначе гальмується спрямованим інваріантним контролем. Відповідно видовжуються еволюційні стадії системи та збільшується протяжність її існування, система стає більш стабільною в часі й просторі та більш стійкою.

Загалом, існує декілька залежностей, які взаємопов'язані й при цьому репрезентують вплив на систему їхніх інваріантів. До таких належить і науковий факт взаємозалежності структурної впорядкованості та ефективності систем. Він свідчить, що чим вищий рівень структурної впорядкованості системи, тим більший потенціал підвищення ефективності вона має (Основи стійкого розвитку, 2005). Залежність продиктована тим, що зі

зростанням структурної впорядкованості систем підвищується рівень упорядкованості міжструктурних зв'язків і, у підсумку, зростає їх функціональна ефективність, яка виявляється в економії енергетичних ресурсів. Отже, ця залежність охоплює не лише внутрісистемні, а й міжсистемні відносини систем. Це свідчить про те, що інваріанти природних територіальних утворень контролюють не лише внутрішні, а й зовнішні їх відносини. У цьому випадку відбувається узгодження між інваріантами дотичних територіальних систем.

Про те, що саме інваріантно контрольована структурність систем є підґрунтям для переважної кількості організаційних залежностей, свідчить науковий факт дискретності, упорядкованості та цілісності – усі ландшафтні системи складаються зі структурних частин, строго (інваріантно) впорядкованих у просторі та часі, взаємодія яких зумовлює їх цілісність і всі життєві процеси. Отже, саме структурність є тим механізмом, завдяки якому інваріанти контролюють й організують виникнення та розвиток територіальних утворень. При цьому початковим явищем є диференціювання ландшафтної сфери. Відповідно до наукового факту диференціювання, в основу структурно-функціональної впорядкованості та пристосування природних територіальних систем покладено явище диференціювання (Жегунов, 2006). Воно виникає не хаотично, а чітко контрольоване емергентними й інваріантними явищами. Тобто фоновим ефектом системної інваріантності є саме диференціювання. Його часто уявляють у вигляді (різниці), природних територіальних систем як поєднання з окремих (диференційованих) частин (компонентів). Диференціювання відбиває прояв самостійного відособлення, поділу, переривчастості в географічній оболонці. У територіальних утвореннях розрізняють вертикальне й горизонтальне диференціювання. Вертикальне проявляється у вертикальному ярусному взаємному розміщенні окремих сфер географічної оболонки (літосфери, гідросфери, біосфери, атмосфери) або окремих частин цих сфер (Шищенко, Гавриленко, 2014), а тому значною мірою має фоновий характер. Диференціяція горизонтальна сприймається як:

- горизонтальна неоднорідність ландшафтної сфери, викликана її структурованістю (Петлін, 2006б);
- проявляється в змінах властивостей і взаємозв'язків від місця до місця, тому однакові впливи в різних геосистемах можуть мати різні наслідки (Шищенко, Гавриленко, 2014).

Саме горизонтальна диференціяція територіальних систем надає можливість виокремлювати структурно-функціональні утворення, а отже, фіксувати дію в них інваріантних властивостей.

Явище диференціяції сприймається як:

- зміна елементів структури системи, – динамічний аспект організації (Сетров, 1971);

- зростання різноманітності в системі (Сетров, 1975);
- поділ, розчленування цілого на різні частини, форми й рівні (Основи стійкого розвитку, 2005).

Оскільки диференціація реалізується в територіальних утвореннях як розчленування цілого на складові, що призводить до мінливості структурних елементів у вигляді динамічного аспекту системної організованості, де наслідком є зростання внутрісистемного різноманіття, то таке складне явище не здатне існувати на рівні хаотичних процесів, воно обов'язково повинно бути контрольованим. Контрольним блоком у системах є їх інваріантність, яка на рівні інформаційної програмованості містить усі аспекти системної диференційованості.

Щодо наявності в природних територіальних системах структурно-функціональної організованості, то, відповідно до наукового факту єдності структур, будь-яка система має в основі одну й ту саму структуру (Бугаєв, Рудько, Белявський, Яцишин, 2018). Тобто повинен існувати механізм, який контролює не лише причину виникнення таких структур, але і їх чисельність. Про це свідчить науковий факт залежності кількості структурних складових системи, згідно зі структурною складністю її навколишнього функціонального середовища. Відповідно до нього, кількість структурних елементів системи повинна перевищувати кількість структурних частин навколишнього середовища на одиницю, оскільки повинна існувати інваріантна структурна складова, яка слабо залежить від навколишнього середовища. Перевищення цього співвідношення призводить до підвищення ентропії відображення. Тобто, чим більш неадекватне відображення, тим більша його ентропія й менша адитивна негентропія (Петлін, 2013). Отже, кількість структурно-функціональних складових у територіальних системах визначається не лише внутрішніми інваріантами, а й специфікою навколишнього дотичного середовища, яке формує не лише таку структурну кількість, а й індивідуальні особливості внутрісистемних інваріантів. Це вже міжінваріантні взаємодії.

На фоні безперервної мінливості територіальних систем діє залежність, яка спрямовано стабілізує кількість структурних (зокрема структурно-функціональних) складових. Це науковий факт збереження структурних складових системи, який свідчить, що в процесі різних змін, які відбуваються з будь-якою системою, зв'язаність й обмеженість її структурних складових зберігається. Більше того, вони є головними інваріантами цілого (Ганзен, 1974). Тобто автор тут ототожнює структурні складові системи з її інваріантом. Необхідна поправка. Структурні складові систем є наслідком дії їх інваріантів, що надає їм виняткового інваріантно-індикаційного значення. Більше того, ця залежність стверджує, що інваріанти не лише контролюють кількість структурних складових систем, а й забезпечують міжструктурну зв'язаність і функціональну обмеженість.

Утворення структурної організованості природних територіальних систем здійснюється із залученням внутрішніх (внутрісистемний інваріант) і зовнішніх (інваріанти дотичних систем) чинників, які розглядають як їх середовище. При цьому, відповідно до наукового факту утворення лише можливих структур, середовище породжує не будь-які, а лише можливі структури, тому безглуздо витратити сили й час для насильства над складними нелінійними системами, а треба знати, як вони функціонують, і з мінімальним зусиллям збуджувати те, що для них є адекватним (Курдюмов, 1989). Отже, утворення й контроль за появою та подальшою мінливістю структурної організованості територіальних систем реалізуються дуальним інваріантним впливом, де інваріанти дотичних систем мають пріоритет перед внутрішнім інваріантом. Саме індивідуальні ознаки такої дуальної інваріантної ситуації вибудовують для структурної організованості систем сукупність, зокрема, інваріантних властивостей. Тобто самі інваріанти характеризуються наявністю структуроформувальних ознак, які надають їм можливість контролю за структурною ситуацією інваріантно підпорядкованих систем.

Над усією сукупністю інваріантно контрольованих структур природних територіальних систем панує нелінійність як прояв загальної природної реальності. Загалом, серед значної кількості трактувань поняття «нелінійність» розглянемо такі:

- особлива динаміка системи, яка характеризується неоднозначністю, невизначеністю (Добронравова, 1990);
- у математиці – вид рівнянь, які містять пошукові величини в ступенях більше одиниці або коефіцієнти, які залежать від властивостей середовища. Нелінійні рівняння можуть мати декілька якісно різних рішень (Князева, Курдюмов, 2005);
- порушення принципу суперпозиції в певному явищі: результат суми впливів на систему не дорівнює сумі результатів цих впливів. Результати діючих причин не можна додавати (Буданов, 2006);
- залежність параметрів системи від власного стану (Пузаченко, 2006);
- як математичне поняття «нелінійність» актуалізується у відповідному математичному апараті, розрахункових експериментах, математичних моделях, які описують процеси самоорганізації, порогові ефекти, катастрофи, фрактальні структури, дисипацію й т. ін.; як стан об'єкта дослідження нелінійність означає, що об'єкт характеризується нестійкістю, невизначеністю, незворотністю, багатоваріантністю можливих шляхів розвитку, що акумулюється в розумінні об'єкта як такого, що впливає сам на себе, самодіючого, самодобудовуючого. При цьому складність – це властивість самодіючого об'єкта, нелінійність – основа, можливість – засіб його розгортання; як характеристика науки – нелінійна наука, предметом якої є процеси самоорганізації, а процес

пізнання циклічний, самореферентний, який здійснюється як «танок взаємодії» того, хто пізнає й що пізнається, Софії та епісистеми, який призводить до появи нового; як методологічна нелінійність – це підхід до об'єкта як до самовпливаючого, визначення можливостей і меж самобудови, не порушуючи цю закономірність, актуалізуючи її простір свободи й самовираження (Кочубей, 2009);

- основа, можливість, засіб розгортання територіальної системи, репрезентована певною формою її динаміки або еволюції, яка характеризується неоднозначністю, невизначеністю, багатоваріантністю шляхів емерджентного розвитку, має коливальний характер, залежить від стану системи та властивостей середовища, причому результат суми впливів на систему не дорівнює сумі результатів цих впливів (Петлін, 2016 а).

Отже, поняття «нелінійність» щодо інваріантно контрольованої структурної організованості природних територіальних систем і структур самих інваріантів означає наявність у них елементів неоднозначності, невизначеності й багатоваріантності на фоні емерджентної контрольованості, що надає їм певної обмеженості в проявах і залежить від певних станів цих утворень. Отже, інваріантно контрольована структура територіальних систем і структура самих інваріантів мають дуальний характер організованості. Поряд із прямими контрольними функціями існують протилежні їм безконтрольні й саме це надає їм просторово-часової стабільності й стійкості. Виникає своєрідний нелінійний синтез системної інваріантної структурності у вигляді об'єднання не жорстко встановлених, фіксованих структур, а структур, які володіють різним «віком», які перебувають на різних етапах (стадіях) розвитку (Режимы с обострением, 1999; Князева, Курдюмов, 2002; Knyazeva, Kurdyumov, 2001).

Отже, завдяки інваріантно контрольованій структурності територіальних систем, у них з'являється явище структурної неоднорідності. Поняття «неоднорідність» сприймають як кількісну та якісну відмінність стану субстанції засобами потенційного спостерігача, зокрема й засобами розуму. Якщо об'єкти не відрізняються засобами спостерігача, то з цього неможливо зробити висновок про їх ідентичність. Просто відмінності (інформація) не доступні спостерігачу. Абсолютно однорідне середовище (гіпотетичне) не містить інформації (=[/=.../ rus / kns.htm](#)). Структурна неоднорідність систем уможливує реалізацію міжструктурних взаємодій і навіть взаємозалежностей, про це свідчить принцип співвідношення внутрісистемних структурних складових відповідно до якого співвідношення площ стійкого центру та зони зовнішньої неоднорідності в межах ландшафтних систем одного виду за нормальних ритмів функціонування є величиною сталою (Петлін, 1998). Таке явище належить до низки стабільно контрольованих інваріантами систем.

4. ІНВАРІАНТНА МУЛЬТИСТРУКТУРНІСТЬ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Виникнення будь-якої природної територіальної системи забезпечується насамперед появою її інваріантних властивостей, які завжди характеризуються колективними умовами. Тобто розвиток територіальних систем завжди набуває колективного міжструктурного (у межах однієї системи) й міжсистемного характеру, що дає можливість економити енергію на взаємодіях. При цьому різноманіття навколишніх (дотичних) територіальних систем створює умови для виникнення структурної анізотропії. Поняття «анізотропія» (від грец. *άνισος* – нерівний, неоднаковий та грец. *τρόπος* – напрям) означає відмінність властивостей середовища в різних напрямках. Ця відмінність переважно й залежить від різноманітності впливу на систему навколишніх територіальних утворень. Крім того, анізотропія є також здатністю окремих структурних одиниць (структурно-функціональних складових систем) по-різному реагувати на дію зовнішніх чинників. Неоднакова реакція різних структур однієї системи, що виражається в зміні їхніх функціональних реакцій відповідно до особливостей дії чинників довкілля, призводить до утворення внутрішнього різноманіття системи. Водночас ієрархічна шаруватість структурної організованості систем викликає в них явище мультиструктурності.

Загалом, поняття «мультиструктурність» сприймають як:

- уявлення природи у вигляді ієрархії декількох сумісних геосистемних світів, які виникли внаслідок небагатьох фундаментальних засобів взаємодії (Раман, 1972);
- наявність кількох різних структур у межах однієї природної територіальної системи (Раман, 1972);
- множинність поділу земної поверхні на територіальні системи та їх структурні складові, уключення кожної території до багатьох частково пересічних, співпорядкованих і відносно незалежних одна від іншої геосистем (Швебс, 1981; Ретеюм, 1988; Гродзинский, Шищенко, 1993);
- генетично сформована гармонізована цілісність структурних рівнів організації (ієрархічних, морфологічних, функціональних тощо), яка притаманна будь-яким природним системам (Петлін, 2008);
- складне природне утворення, що характеризується закономірно ускладненими, взаємозалежними й взаємодоповнюваними рівнями структурної організації (Петлін, 2016 а).

Отже, мультиструктурність територіальних систем полягає в ієрархічно організованій взаємодії декількох структурних шарів систем, які характеризуються взаємодоповнюваністю, що й формує системну цілісність.

Оскільки взаємодоповнюваність – це явище, які формують зв'язки між елементами системи, котрі побудовані на здатності елементів різному змінювати властивості речовинно-енергетично-інформаційних потоків (Мельник, 2012), а самі зв'язки належать до безперервної системної мінливості, то взаємодоповнюваність входить до мінливих ознак систем. Відповідно, і мультиструктурність також є мінливою системною властивістю. У такому випадку доцільно розглянути й саме поняття «мінливість». Його розуміють як:

- ступінь здатності до будь-яких змін (морфологічних, функціональних, флуктуаційних ...) природних територіальних систем. Мінливість – одна з найважливіших характеристик систем; вона проявляється (здійснюється) внаслідок взаємодії територіальних утворень із оточуючим середовищем і забезпечує адаптативну різноманітність наявним системам; зумовлюється кількісно та якісно неоднорідними в часі й просторі вхідними та вихідними речовинно-енергетичними потоками в природних єдностях (Петлін, 1998);
- властивість природних територіальних систем набувати нових ознак, нових варіантів ознак, їх нових комбінацій або втрачати будь-які з них (Жегунов, 2006);
- будь-які прояви стохастичності й невизначеності (Моисеев, 1987);
- властивість систем зумовлена як впливом зовнішніх факторів, так і процесами саморозвитку (саморегулювання, самоорганізації); спроможність геосистем існувати в різних мінливих станах (Гавриленко, 2008);
- здатність систем змінювати стан, структуру, характер функціонування й траєкторію руху в процесі саморозвитку та вимушеного розвитку (Арманд, 1992);
- мінливість будь-якої природної системи (зокрема організму) в більшому ступені визначається не її індивідуальними особливостями, а характером зовнішнього впливу (Мичурин, 1939);
- забезпечення випадкових, невизначених флуктуацій, тобто відхилення від урівноваженого стану системи. Мінливості умовно можливо диференціювати на дві групи: детерміновані, коли чітко визначені параметри кожного майбутнього стану системи (відсутні випадковість і невизначеність); недетерміновані, коли майбутні стани системи зумовлені чинниками випадковості (стохастичності) й невизначеності (імовірності) (Мельник, 2006);
- зумовлена як впливом зовнішніх факторів, так і процесами саморозвитку (саморегулювання, самоорганізації); вона може розглядатися як здатність природних систем існувати в різних мінливих станах (Гавриленко, 2008);
- спроможність системи змінювати свої стани (Мельник, 2016).

Мінливість системи контролюється як її власними властивостями, так і особливостями навколишнього середовища. Водночас не будь-які впливи (сигнали) навколишнього середовища призводять до мінливості системи, а лише ті, які здатні змінити функціональну структуру системи. Тобто будь-які системи спроможні сприймати лише певні сигнали навколишнього середовища й відповідати на них структуроформувальним процесом. Так, Ж. Ламарк (1959) вважав, що для реалізації ознаки потрібне створення відповідного внутрішнього середовища в самій системі.

Щодо мінливості цілісних природних територіальних систем, то розглянемо її на прикладі ландшафтних утворень. У якості ландшафтно мінливості сприймають:

- набуття ландшафтом нових або втрату попередніх властивостей під дією зовнішніх факторів чи саморозвитку. Класифікація ландшафтно мінливості містить низку ознак поділу: а) орієнтованість впливу: розрізняють прямі та опосередковані зміни; б) глибина змін: розрізняють зміни в процесі функціонування, динаміки, розвитку; в) зворотність змін: розрізняють зміни зворотні й незворотні; г) спрямованість змін: прогресивні та регресивні, які оцінюють щодо корисності для людини; д) ступінь відповідності поставленим завданням. Зміни ландшафту можуть бути спрямовані на підвищення його здатності виконувати соціально-економічні функції (меліорація, перетворення); е) охоплення змінами ландшафту в цілому або ж лише окремих його компонентів; ж) джерело змін; розрізняють зміни спонтанні (пов'язані з ендегенними факторами) та зовнішні (зумовлені екзогенними факторами) (Охрана ландшафтов, 1982);
- властивість ландшафтних утворень піддаватися зворотним змінам у межах своїх інваріантів. Визначається мобільністю в просторі-часі природних й антропогенних властивостей ландшафтних комплексів, їхніми взаємозв'язками між собою, із геокомпонентними та факторальними геореалами й схильністю до збурень поля прояву кожної іншої ландшафтно властивості, тобто готовністю внутрішніх відношень сприймати вплив зовнішній і відповідно змінитися через механізм інтерференції (Пашенко, 1993);
- спрямована або флуктуаційна зміна станів ландшафтних систем під дією внутрішніх та зовнішніх чинників у межах їхніх індивідуальних інваріантів (Петлін, 2016в).

Отже, мінливість складних цілісних територіальних утворень, а водночас і їх інваріантів представлена властивостями сприймати зовнішні впливи й змінювати стан у межах інваріантно визначеності. При цьому якщо мінливість цілісних систем супроводжується накопиченням ентропії, то мінливість інваріантів переважно зворотного плану.

Щодо структурної мінливості територіальних систем, то вона значною мірою є визначеною, тобто формою мінливості, під якою Ч. Дарвін розумів подібну зміну у всіх особин в одному напрямі, унаслідок впливу певних умов. Щодо природних територіальних систем, то визначена мінливість означає узгоджену мінливість у всіх структурних складових їхнього середовища (Петлін, 2008). Для того щоб визначена мінливість у системах була реалізована, вона повинна обов'язково бути контрольованою (точніше, контрольованими повинні бути механізми, які надають структурній організованості систем змінюватись узгоджено). Такі механізми притаманні інваріантам територіальних утворень, що й забезпечує системам стійку дію інваріантів.

Складовою системної мінливості контрольованої інваріантами є мінливість ендодинамічна. Це мінливості, які відбуваються внаслідок поступового розвитку самих систем, що впливає й на середовище, і зворотню змінює стан системи; при цьому головну роль відіграють внутрішні особливості природної системи (інтерпретація мінливості фітоценозів – Сукачев, 1928, Лавренко, 1949). Постає запитання, яка тут роль інваріантів територіальних систем? Поступові динамічні та еволюційні мінливості системних утворень обов'язково характеризуються стабілізаційним контролем з боку їх інваріантів. Якщо вони виходять за межі інваріантних обмежень, то дістають якісний розвиток і руйнуються. Отже, тут інваріанти сприймаються як настільки стабільні утворення, що вони не відчують ані динамічних, ані еволюційних перетворень у системі. Це твердження цілком гіпотетичне і імовірно, не зовсім відповідає дійсності. Більш очевидно, що інваріанти також мають динамічні та еволюційні ознаки, поступово змінюючись, що надає їм можливості більш адекватно контролювати мінливості в системах.

Стабілізаційна функція системних інваріантів призводить до появи в територіальних утвореннях гармонійної мінливості. Її сприймають як властивість природних територіальних систем, яка є наслідком також від спрямованого надходження гармонійно зумовленої інформації з навколишнього середовища (від інваріантів дотичних систем), а також гармонійної інформації, яка продукується самою системою (внутрішнього інваріанта), що використовується системою з метою збереження власної організованості (Петлін, 2019). Така гармонійна інформація спрямовано корегує мінливість як усіх складових, так і самої цілісної системи. При цьому, якщо в системі спостерігаються деструктивні збурення, гармонійна мінливість набуває компенсаційного вигляду, що полягає в здатності систем за збурень так змінювати стан під дією гармонійної складової, щоби зменшити небезпеку порушення структури й функціонування відповідно до принципу Ле-Шательє.

Безпосередньо інваріантна мінливість містить усі зміни параметрів системи, які за інтенсивністю не перевищують інваріантних меж. Тобто ця мінливість містить як фонову, так і флуктуаційну мінливість, які за інтенсивністю відповідають інваріанту системи, тобто перебувають із ним у визначених межах. Та значна кількість різноманітних мінливостей у природних територіальних системах характеризуються збуреннями, які створюють стани, що виходять за межі інваріантної обмеженості. У цьому випадку контрольний вплив інваріантів ініціює в системах виникнення корелятивної мінливості (за Ч. Дарвіном, відносна мінливість. Термін ним запропоновано в 1859 р.). Таку мінливість розуміють як:

- мінливість, за якої зміна структури або функції однієї частини системи нерідко зумовлює зміну іншої або інших;
- щодо конкретно територіальних систем, то мінливість корелятивна є мінливістю, за якої зміна структури або функції однієї структурної складової середовища зумовлює зміну іншої або інших структурних її складових.

Корелятивна мінливість є механізмом, який спрямовано діє в напрямі повернення системи, що внаслідок зовнішніх збурень вишла за інваріантно встановлені межі прояву, до цих меж, що забезпечує системам мінливу стабільність.

Загалом, поняття «кореляція» (від лат. *correlatio* – співвідношення; термін уведено французьким ученим Ж. Кюв'є) найчастіше сприймають як:

- взаємну пристосованість, узгодженість будови та функцій різних частин в організмі, що забезпечує підтримання стабільності його внутрішнього середовища й пристосування до умов життєдіяльності (Реймерс, 1988);
- взаємозалежність і взаємозумовленість факторів та процесів у природних територіальних системах (Петлін, 2016 б).

Відповідно, «корелятивність» – це властивість структуровано організованої територіальної системи, яка характеризує співвідношення, відповідність, взаємопов'язаність, тобто функціональну взаємоузгодженість структурних складових, що є основою виникнення цілісності. Отже, як інваріантно контрольований механізм корелятивність забезпечує значний спектр зворотних реакцій територіальних систем на деструктивні зовнішні збурення, що надає цим утворенням стійкого розвитку.

Наближеним до ефекту корелятивності є явище компенсації (англ. *compensation*). Це реакція системи на порушення її життєдіяльності, за якої непошкоджені структури (компоненти) виконують функції пошкоджених (Словник української біологічної термінології, 2012). Таке явище здійснює функцію певного стабілізаційного механізму. Отже, компенсаційний механізм спрямовано скеровує дію на повернення певної природної територіальної системи до вихідного стану, який діє як реакція на її збурення. Сукупність

корелятивних і компенсаційних механізмів у взаємодії становлять потужний корелятивно-компенсаційний механізм, за допомогою якого інваріант територіальних систем стабілізує територіальні утворення після деструктивних зовнішніх збурень.

Сукупна дія корелятивно-компенсаційних й інших стабілізуювальних механізмів керованих інваріантами територіальних систем контролюють своєрідну компенсаційну мінливість у вигляді здатності систем за збурень так змінювати стан, щоби зменшити небезпеку порушення структури та функціонування відповідно до принципу Ле-Шательє. Компенсаційна мінливість – складова частка саморегулювання – наслідок дії механізмів зворотного зв'язку (Арманд, 1992).

Загалом взаємозалежна сукупність інваріантно контрольованих мінливостей, притаманних природним територіальним системам, характеризується мультиструктурністю, яка поряд зі спільною метою щодо підтримання стабільності територіальних систем забезпечує їх індивідуальну спеціалізацію.

Приналежність мультиструктурності до інваріантних властивостей природних територіальних систем надає їй гармонійності. Так мультиструктурність гармонійних складових територіальних систем свідчить про їх взаємопов'язану множинність, де кожна структура «спеціалізується» на відведеній для неї ролі, залежно від множинності структур цілісних систем, що вони мають контролювати. Водночас така мультиструктурність гармонійної складової свідчить про певне структурно-гармонійне різноманіття на рівні цілісних структурних організованостей, що обов'язково знаходить відображення в такій їхній ознаці, як стійкість (Петлін, 2019).

5. ФАКТОРНА ОРГАНІЗОВАНІСТЬ ІНВАРІАНТІВ У ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Факторна організованість ґрунтується на уявленні про комплексний характер досліджуваного явища, що виявляється, зокрема, у взаємозв'язках між окремими його ознаками. Мета факторної організованості – сконцентрувати вихідну інформацію, представлену у вигляді масиву даних, і виразити якомога більшу кількість ознак через якомога меншу кількість характеристик. Вважається, що наймісткіші характеристики й будуть найсуттєвішими. Саме ці узагальнені місткі характеристики й називаються факторами. Водночас щодо систем і системних явищ поняття «фактор» (від лат. *factor* – той, що робить, виробляє) сприймають як:

- Фактори, що можуть визначати біологічні процеси за одним із двох принципів – відігравати роль або ресурсів, або умов (Begon, Harper, Townsend, 1986);
- матеріальні системи комплексів, які є їхніми функціональними характеристиками, що відбивають як взаємодію компонентів у межах природних територіальних систем, так і взаємозв'язок цих природних єдностей із факторами поєднаних природних систем (Петлін, 1993);
- кожна окрема властивість природних територіальних систем або їх сукупність (Солнцев, 1960). Фактори поділяють на прості та складні. Прості фактори – колір, прозорість, температура тощо. Складні фактори – газовий склад повітря, хімічний склад ґрунту, ярусна будова рослинних угруповань тощо;
- одна із зовнішніх умов, які впливають на стан системи або її структуру. Відповідає вхідній змінній у формальній структурі (Арманд, 1992);
- рушійна сила чи умова якого-небудь явища або процесу (Куньч, 2007);
- певний феномен (сила, об'єкт, явище тощо), який впливає або здатний вплинути на інший феномен і змінити його (Гродзинський, Савицька, 2008);
- окремі складові та сукупності властивостей, умов (внутрісистемних і зовнісистемних) природних систем, котрі впливають на формування їхніх станів і структури (Петлін, 2009);
- причина, рушійна сила будь-якого процесу, явища, що визначає його характер або окремі його риси (Системні дослідження навколишнього середовища, 2019).

Отже, фактори в інваріантній організованості природних територіальних систем є умовами, властивостями, рушійними силами, які забезпечують

у межах інваріантного простору взаємодії, формують структури й визначають загальний характер організованості системи.

Щодо таких територіальних утворень, як ландшафтні системи (найскладніші системи), то фактори, їм притаманні, сприймають як:

- комплекс змінних, що характеризують саму геосистему (її внутрішнє середовище й визначають саморегуляцію), та чинників, які впливають на ці змінні й характеризують зовнішнє середовище геосистеми, зокрема визначають її екзорегуляцію (Преображенський, 1972; Пузаченко, 1976, 1983; Сочава, 1978; Крауклис, 1979 та ін);
- характеристика внутрішнього та зовнішнього середовища ландшафту, зміни котрої прямо або опосередковано впливають на його інші характеристики й на залежності між ними (Гродзинський, Савицька, 2008).

Отже, факторами інваріантів ландшафтних систем можна вважати сукупність змінних, та чинників, які спрямовано впливають на організованість їх інваріантів і забезпечують взаємодії системного саморегулювання й узгодженість із мінливістю навколишнього середовища (дотичних територіальних утворень). Отже, фактори інваріантів природних територіальних систем належать до системоформувальних, які діють упродовж усього їхнього життєвого циклу. Загалом, системоформувальні фактори сприймають як:

- системоформувальні фактори, що містять такі компоненти: 1) властивості, для забезпечення яких створюється або виникає система (вони можуть характеризувати існування, функціонування й розвиток об'єкта); 2) конструкція, або композиція, що забезпечує наявність цих властивостей, яка містить: а) елементи або частини системи, б) відношення між елементами (структуру) у двох аспектах – статичному (стійкі відношення) й динамічному (засіб функціонування та взаємодії елементів) (Сагатовский, 1981);
- внутрішні зв'язки між частинами системи. Ці зв'язки мають подвійний характер: 1) взаємозв'язок між компонентами (блоками) геосистеми; 2) взаємозв'язок між підпорядкованими геосистемами (субсистемами, геосистемами нижчих рангів) (Исаченко, 1982);
- фактори, які виконують такі функції: 1) є чинником виникнення системи, формуючи гостру необхідність у її існуванні; 2) відіграють важливу роль у підтримуванні динамічної рівноваги системи; 3) значною мірою визначають загальний режим функціонування й загальну спрямованість еволюції систем (Маца, 2008).

Отже, для того щоб фактори відігравали системоформувальну роль, портібно, щоб вони мали властивості, які спроможні формувати структурну композицію системи з можливостями підтримування функціональних і динамічних відношень між її елементами. Оскільки системоформувальні

явища повністю підтримуються інваріантними властивостями систем, то самі інваріанти повинні відповідати цим явищам, тобто бути факторно-системоформувальними.

Стабілізаційна функція системних інваріантів обов'язково знаходить відображення в інваріантних факторах. Фактори стабілізації виявляються у вигляді жорстких постійних зв'язків, що зумовлюють єдність системи (Петлін, 2016 а). Оскільки поняття «стабілізація» (англ. *stabilisation*, від лат. *stabilis* – стійкий, постійний) означає зміцнення, укріплення, приведення системи в стійкий стан, то доцільно розглянути й саме поняття «стабільність» (від лат. *stabilis* – стійкий). Його трактують як:

- постійність характеру параметрів природних територіальних систем, котре існує невизначено довгий час. Стабільність забезпечується, зокрема, постійним характером взаємозв'язків із зовнішнім середовищем (Філософський енциклопедический словарь, 1983);
- міра збереження системою своїх параметрів в певних межах, можливість існувати невизначено довгий час (Василевич, 1983);
- інваріантність структури під час дії стабільного фактора (Шеляг-Сосонко, Крисаченко, Мовчан, 1991);
- синонім стійкості, інваріантності (Арманд, 1992);
- стабільність (як і нестабільність) – часова процесуальна характеристика протікання процесу взаємодії системи із середовищем (Кочубей, 2005);
- здатність системи зберігати свою структуру й функціональні особливості під впливом внутрішніх чинників, наприклад продуктів обміну, що накопичуються (Реймерс, 1990);
- сума різноманітних стійкостей у часі (Мусієнко, 2006);
- здатність системи зберігати параметри, що контролюють стійкість у межах інваріантної структури за тісної взаємоді із середовищем (Петлін, 2013).

Отже, стабільність як головна ознака інваріантності характеризується безперервним протяжним у часі підтримуванням параметрів інваріанта, а отже, і самої територіальної системи, і зовнішніх інваріантних взаємозв'язків в інваріантно встановлених межах, що відображено в організаційній структурі територіальних утворень.

Найчастіше інваріант територіальних систем сприймають як внутрі-системне явище. Відповідно, існують інваріантнопідтримувальні внутрішні (ендогенні) фактори, які сприймають як:

- фактор, який визначає здатність геосистеми до саморегуляції та підтримки стійкості (Сочава, 1978; Крауклис, 1979);
- фактор, який співвідноситься із властивостями самого ландшафтного комплексу, його речовинно-енергетичний носій міститься в його

межах. Зміни властивостей цього носія визначають зміни інших складових ландшафту, інтенсифікацію чи затухання певних процесів у ньому (Гродзинський, Свідзінська, 2008).

Отже, внутрішні інваріантні фактори цілеспрямовано забезпечують можливість систем до саморегулювання на фоні забезпечення їх просторово-часової стійкості. Таке явище передбачає інваріантно контрольовані взаємозв'язки й взаємозалежності між внутрішніми елементами систем (насамперед їх структурними складовими), що контролює й регулює інтенсифікацію процесів у них.

Щодо зовнішніх (екзогенних) факторів, то вважають, що це чинники, матеріальний або енергетичний носії яких містяться поза межами ландшафтного комплексу. Під час проникнення їх потоків усередину ландшафтного комплексу вони трансформуються, але зворотної дії практично не зазнають. Такими факторами є сонячна радіація, атмосферні опади, поверхневі потоки, неотектонічні рухи тощо (Гродзинський, Свідзінська, 2008). Якщо вертикально орієнтовані чинники (сонячна радіація, атмосферні опади) мають фоновий характер і слабо диференціюються між елементарними територіальними системами, то саме вони відзначаються системорегульвальними функціями. Із позицій інваріантної організованості горизонтальні взаємодії контролюються взаємодіями між інваріантами поєднаних територіальних систем. Саме це є тим механізмом, який визначає й контролює весь процес життєдіяльності систем.

Сукупності внутрішніх і зовнішніх факторів обов'язково поєднані й утворюють синергетичні особливі фактори впорядкування. Ними найчастіше вважають наслідок діяльності системи. Лише він здатен через зворотний зв'язок (аферентацію) впливати на систему, переглядаючи всі ступені свободи та залишаючи лише ті, які сприяють одержанню певного наслідку (Анохін, 1978). Отже, усукупнені фактори упорядкування водночас є механізмом, який контролює ступені свободи системної організованості. Але це функція, яка належить інваріантам систем. Тобто усукупнені фактори – це явище інваріантності як поєднання внутрішніх і поєднаної сукупності зовнішньо-дотичних інваріантів.

На фоні взаємодіючої та взаємодоповнювальної сукупності системно-інваріантних факторів виокремлюють фактор-множини. Це подальше узагальнення поняття системи з відношеннями, до якого веде уявлення про структуру як сукупність відношень. Фактори-множини є множинами перетинів відношення за кожним включеним до них елементом (Сороко, 2006). Тут головним явищем є саме відношення. Їх сприймають як:

- відношення, які охоплюють взаємне розміщення й просторову взаємодію географічних об'єктів, які формують цілісні геосистеми (Мересте, Ныммик, 1984). Вони відповідають такому: 1) географічне відношення слугує окремим проявом географічного зв'язку. Воно є відображен-

ням певної територіальної взаємозалежності між явищами, носіями відношення; 2) відношення між елементами кожної певної системи характеризуються відносними властивостями-характеристиками. Носії географічних відношень є, отже, також носіями властивостей-відносних характеристик; 3) відношення свідчить про наявність зв'язаності носіїв відношення якимось загальним географічним процесом, водночас саме воно не є матеріальним процесом; 4) відношення більш стійкі, ніж процеси та зв'язки. Тому вивчення географічних відношень є вивченням більш стійких елементів дійсності, ніж географічні процеси; 5) відношення як певні характеристики елементів будь-якої множини не є у відношенні до нього зовнішніми, а є виразом їх об'єктивної сутності як елементи цієї множини; 6) сітка географічних відношень між елементами множини забезпечує її цілісність, але таким чином вона повинна бути також цілісним утворенням, оскільки лише в такому випадку забезпечується сутнісна приналежність кожного елемента до певної множини; 7) сітка географічних відношень є складною системою. У кожній характеристиці в кожній певній множині є самостійна сітка відношень, яка забезпечує її цілісність у цьому аспекті, а множина, яка складається з елементів, кожен із яких є носієм декількох відносних характеристик, містить стільки самовзаємнопереплетених сіток відношень; 8) процедури й методи зіставлення міжелементарних відношень, які застосовуються в наукових дослідженнях під час кількісних вимірів, суб'єктивні, оскільки вони вибираються та виконуються дослідниками за їхнім бажанням із метою виявлення відносних характеристик, але водночас вони є відображенням тих об'єктивних процедур зіставлення, у процесі здійснення яких відбувається конструювання відносних характеристик (Смирнов, 1980);

- специфічними критеріями відношення, котрі відрізняють їх від інших, є: а) такі, що реалізуються таким чином, що щонайменше один із двох носіїв кожного окремого відношення розміщений на поверхні Землі, яка виступає як усезагальна система підрахунку для всіх можливих відношень; б) відношення існують між матеріальними об'єктами, елементами відповідних географічних систем; в) відношення реалізуються між матеріальними елементами просторових систем, які мають площинний (ареальний) або точковий характер; г) відношення та їхні сітки, які поєднують географічні системи, розміщуються в певних мінімальних ареалах або перебувають одне від одного на певній мінімальній відстані. Ця відстань – нижній поріг розміру геосистеми, а отже, і відношень. Відношення – це якісно-змістовні просторові відношення як між елементами геосистеми, так і між певною системою та іншими геосистемами, які розміщені на тій самій території; вони

діють між усіма природними й суспільними явищами, які мають територіальну визначеність і географічну значимість, та чинять на них різноманітний вплив (Мересте, Ныммик, 1984);

- стійкі взаємодії, які забезпечують формування цілісних систем, а тому належать до інваріантних ознак (Петлін, 2016б).

Отже, відношення, які притаманні інваріантам природних територіальних систем, становлять зв'язки та взаємозалежності між стійкими явищами, що забезпечує цілісність територіальним системам, а тому їх контроль (тобто інваріант) також повинен бути цілісністю.

Часто в організованості природних територіальних систем виокремлюють оптимальні фактори, які сприймають як:

- фактори, що створюють оптимальні умови для просторово-часового функціонування природних систем;
- фактори, що діють у межах нормальної життєдіяльності систем.

Саме поняття «оптимальність» трактують як:

- спробу уявити оціночну, суб'єктивну властивість через певну кількість співвідношень, тобто спробу об'єктивізувати, виразити кількісно ту якість, яку бажано надати системі. В основу «справжньої оптимізації» нелінійних систем доцільно покласти не лише математичні конструкції стандартної теорії оптимального керування, а й природно-математичні співвідношення, що відображає фундаментальні фізичні закономірності у формі відповідних принципів збереження та інваріантів, які здатні представляти природні властивості керованих об'єктів (Колесников, 2006);
- найкращий з усіх можливих у певних умовах засіб функціонування (Сетров, 1972);
- найбільш гармонізований стан систем із високою інтенсивністю фотосинтезу й розвинутою рослинністю, що виглядає дещо звуженим, оскільки гармонізований стан природних систем насамперед характеризується міжсистемною речовинно-енергетичною узгодженістю та мінімізацією вироблення ентропії (Петлін, 2016г).

Отже, оптимальність й інваріантність – надзвичайно наближені поняття, оскільки обидва ґрунтуються на досягненні в системах стабільного стану на фоні їх різноманітної мінливості.

Мінливість природних територіальних систем та їх інваріанти пов'язані амплітудами мінливості. Поняття «амплітуда» (від лат. *amplitudo* – обширність, просторість) трактують як:

- межі впливу, у яких можливе відновлення системи (Крауклис, 1979);
- найбільше (за абсолютною величиною) значення величини, що періодично змінюється (Великий тлумачний словник, 2004);
- величина максимального відхилення параметрів системи від її середнього рівня (Кубатко, 2017).

Щодо факторної амплітуди природних територіальних систем (ландшафтних, геотопів, геохор різних рангів тощо), то її сприймають як діапазон значень певного фактора, у межах якого поширений певний ландшафтний комплекс, або характеристика ландшафту в межах його толерантності до дії певного фактора (Гродзинський, Свідзінська, 2008). Залежність між факторною амплітудою системи і її інваріантом полягає в тому, що саме інваріанти вибудовують можливі (дозволені) їхні розміри. За допомогою різноманіття бар'єрних явищ інваріанти обмежують можливі амплітуди факторів, зберігаючи таким чином самі системи від якісного розвитку (руйнування). Більш жорсткі умови інваріанти накладають на власні амплітуди мінливості, де вони зведені до мінімуму.

Інколи оперують поняттям «умовно-інваріантні фактори». Їх сприймають як фактори систем, які володіють значною динамічною частиною (а, відповідно, і можливою динамічною активністю) та здатні змінюватись у великому діапазоні. До них належать актинометричний режим і режим атмосферних потоків у природних територіальних системах. Отже, умовно-інваріантні – це фактори, у яких інваріантна складова характеризується мінімальними розмірами. Такі фактори є головними чинниками динамічної й функціональної мінливості територіальних утворень, а амплітуди їхніх коливань перебувають поблизу встановлених інваріантом меж прояву.

Факторна мінливість, контрольована інваріантними властивостями в природних територіальних системах, реалізується в межах їх інваріантного простору. У межах такого простору, представленого не просто сукупністю властивостей об'єктів і їхніх елементів, які описують зовнішні та внутрішні відношення координатії (Боков, Тимченко, Черванев, Рудык, 2005), а послідовними стадіями організації природного простору, де кожен процес відбувається тоді й там, де це дає змогу координувати його з усім процесом (Пригожин, 2006), відбувається збереження властивості інваріантності. Такий інваріантний простір виходить за межі природної територіальної системи й фактично поширюється на простір її плеромного утворення. Водночас факторний простір трактують як такий, що створюється тими явищами в географічній оболонці, які володіють здатністю через ті чи інші сили впорядковувати просторове розміщення інших об'єктів і явищ (Боков, Тимченко, Черванев, Рудык, 2005). Безпосередньо факторний простір може не збігатися просторово з інваріантним, тобто може бути його частиною. Помилково стверджувати, що факторний простір завжди намагається вийти за межі системного інваріанта. Він часто є інваріантнопідтримувальним, тобто гармонійним. Отже, гармонійний факторний простір спрямовано впорядковує навколо себе просторове розміщення, функціонування, динаміку та еволюцію будь-яких природних об'єктів і притаманних їм явищ, функцій й процесів (Петлін, 2019), а отже, стабілізує організованість територіальних систем тобто реалізує інваріантні програми їх розвитку.

Щодо факторного простору цілісних природних територіальних систем, то його сприймають як:

- інтегральне середовище існування ландшафту та його самоорганізації (Свідзінська, 2008);
- простір, осі якого відповідають змінним його зовнішнього (екзогенного) середовища, тобто ознакам, що впливають або вплинули на ландшафт, але від самого нього не залежать (Гродзинський, 2014).

Отже, факторний простір територіальної системи виходить за її межі в їх функціональне середовище, а отже, він контролюється сукупністю дотичних системних інваріантів. Як наслідок, таке утворення характеризується значною стабільністю й просторово-часовою стійкістю.

6. ІНВАРІАНТНА МІНЛИВІСТЬ У ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Питання мінливості безпосередньо інваріантів природних територіальних систем на сьогодні розроблено недостатньо. Оскільки інваріанти складаються зі статичної та динамічної частин (рис. 6.1), то мінливість притаманна саме частині динамічній. Певний інваріант територіального утворення обмежує можливість динамічної або функціональної мінливості навіть у межах своєї динамічної складової. При цьому чим менша статична частина інваріанта, а відповідно більша динамічна, тим система, до якої він належить, стійкіша. Вона спроможна витримувати більші динамічні сплески, тобто більш суттєві мінливісні навантаження.

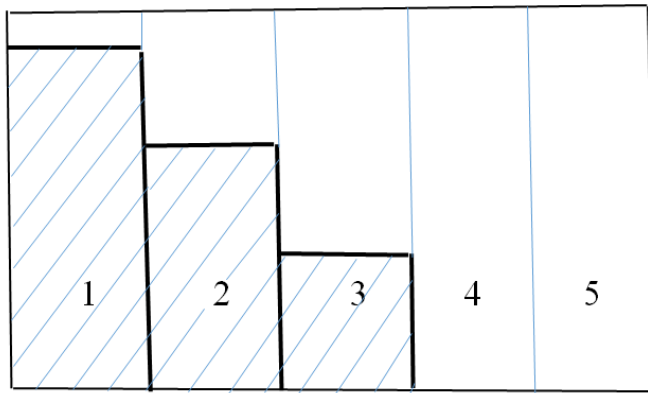
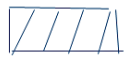


Рис. 6.1. Умовна схема будови інваріанта природної територіальної системи

Компонентні складові: 1 – літогенна основа; 2 – води;

3 – атмосферна складова; 4 – рослинний світ; 5 – тваринний світ.



– статична складова інваріанта;



– динамічна складова інваріанта.

Оскільки будь-яка системна мінливість – це її зміни в часі, а часова тріада полягає в єдності ритмічної, флуктуаційної та інваріантно-індивідуальної часової організованості, яка притаманна кожному ієрархічно-часовому рівню в природних системах (Петлін, 2008), то доцільно розглянути кожну з них, а також їх усукупнені синергетичні ефекти.

Ритмічність сприймають як:

- мінливість, наближену до періодичності та циклічності, але яка ніколи не буває хронологічно строгою й ніколи не приводить систему до точно вихідного положення (Максимов, 1976);

- повторюваність у часі різних природних процесів і явищ в однаковій послідовності (Гуцуляк, 2008).

Дещо суперечливі трактування, що потребують відповідного аналізу. Ритмічність – це, безумовно, мінливість у вигляді повторюваності природних процесів і явищ, які можуть не приводити систему до вихідного положення. Ритмічність у територіальних системах багатоваріантна, охоплює значну кількість компонентів, структур, процесів і явищ. При цьому кожен із них може мати власний результатний ритмічний ефект. Ритмічну зміну певних характеристик, процесів, станів або явищ у природних територіальних системах називають пульсацією. На цьому фоні ритмічність інваріантів територіальних систем можливо трактувати як повторюваність процесів і явищ у межах динамічної складової системного інваріанта, які охоплюють як окремі компонентні й структурні складові інваріанта так і їхні сукупні результуючі ефекти ритмічної мінливості. Отже, у будь-який проміжок часу в межах динамічної складової територіально-системного інваріанта можуть реалізовуватися декілька ритмічних мінливостей, які при цьому можуть бути взаємопов'язаними й взаємозалежними, а можуть і не бути такими.

Флуктуаційна організованість природних територіальних систем відповідно пов'язана з поняттям «флуктуація» (флюктуація) (від лат. *fluctuatio* – коливання), котре трактують як:

- випадкове відхилення якоїсь величини від її середнього значення (Словник іншомовних слів, 1975);
- один із механізмів стійкості екосистем, що забезпечує «швидке» реагування на мінливі умови середовища й внутрішніх суперечностей, річні або короткоциклічні зміни параметрів складу, функціонування, положення границь (Тишков, 1992);
- флуктуації, або незначні, випадкові збурення в системі, згідно з моделями синергетики, відіграють потрібну роль: 1) вони здатні виступати як нейтральний фон, рівне взаємно врівноважене виблискування всієї маси зовнішніх збурень і внутрішніх шумів системи, які не вносять у неї помітних відхилень. Навіть значна флуктуація, якщо вона не перевищила деякого порогового значення, згасається всією іншою часткою системи; 2) флуктуації спроможні відігравати роль зародка нового стану: за сприятливих умов окрема флуктуація здатна викликати розростання острівка неоднорідності й зростаюче, кумулятивно підсилене збурення, наслідком чого може бути закріплення такого збурення в межах системи та готовність до змін стану всієї системи. Якщо перевищено поріг чутливості системи, вплив однієї флуктуації стає відчутним і спроможним за сприятливих умов «розкочати» систему й знищити її наявний стан; 3) флуктуації можуть відігравати роль спускового гачка або «останньої краплі», коли в системі, яка вже досягла високого ступеня невірноваженості та нестабільності і яка

потенційно готова до стрибка, він миттєво ініціюється збуреннями. Це явище має назву самоорганізованої критичності (Князева, Турбот, 2000);

- особлива форма модифікації, що полягає в повільній, дуже поступовій зміні ознаки з незначним відхиленням від середньої її величини (Лесков, 2001);
- випадкові відхилення параметрів від їхніх нормальних (притаманних відповідному стану системи) значень (Литовченко, 2008);
- незначні випадкові збурення, коливання, зміни, які утворюють фон будь-якого процесу. Якщо флуктуації відкритої системи недостатньо інтенсивні, то система самостійно повернеться до попереднього стану, структури або поведінці. Якщо флуктуації дуже інтенсивні, система може зруйнуватись. І, нарешті, третя можливість полягає в появі нового стану або поведінки системи (Гольшев, 2011);
- флуктуації істотно відрізняються від будь-яких інших коливань параметрів системи. Флуктуації – це ті коливання, які можуть значно впливати на трансформацію системи, зумовивши її еволюцію. У теорії макроскопічної фізики (Пригожин, 2006) вважається, що флуктуації не відіграють значної ролі, а є лише невеликими поправками. Однак за станів системи, наближених до точок біфуркації, флуктуації набувають значної ваги, оскільки в подібному стані поведінка системи та її параметри визначаються саме флуктуаціями (Кубатко, 2017).

Отже, флуктуаціями в інваріантах територіальних систем є випадкові відхилення у вигляді фонові мінливості, котрі водночас можуть бути зародком руйнування інваріанта, найчастіше – зародком самоорганізованої критичності, що вмикає механізм руйнування інваріанта. Флуктуації відзначаються безперервністю й саме тому створюють своєрідний флуктуаційний фон у мінливостях інваріантів. Цей фон, незважаючи на його варіаційну мінливість, здатен відігравати суттєву організаційно-інваріантну роль, яка полягає в реалізації місії поштовху для руйнування певного інваріанта й виникненні на його місці іншого.

Одним із найважливіших часових аспектів мінливості системних інваріантів є ієрархічно-часові рівні, котрі визначають можливість їх перебування (одночасового також) у станах, що співвідносяться з еволюцією, динамікою, функціонуванням природних територіальних систем (Пашенко, 1993). Відповідно виділяють еволюційний, динамічний та функціональний рівні часової організованості інваріантів систем. Відмінності в інваріантній структурі на цих рівнях полягають у мінливості відповідних станів (функціональних, динамічних, еволюційних) їхньої динамічної складової. Таке явище дає змогу інваріантам більш адекватно здійснювати керівні функції щодо своїх цілісних територіальних утворень. При цьому ланка функціо-

нальні–динамічні–еволюційні рівні, розміщені за ієрархічним зростанням і, відповідно, ієрархічною залежністю. На цьому фоні в динамічній складовій системних інваріантів відбуваються зміни, які ускладнюють динамічну частку інваріанта й наближають його до руйнування.

Якщо загальна інваріантна мінливість містить усі зміни параметрів системи, котрі за інтенсивністю не перевищують інваріантних меж, тобто ця мінливість містить як фонову, так і флуктуаційну мінливість, які за інтенсивністю відповідають інваріанту системи (Петлін, 2008), то мінливість самого інваріанта полягає в мінливості його динамічної складової, що поступово призводить до виникнення в структурі інваріанта нестабільності та його руйнування. При цьому якщо не провідна, то значна роль належить флуктуаційній мінливості. Оскільки таку мінливість складають випадкові відхилення параметрів системи від їх нормальних (притаманних відповідному стану еволюційного розвитку) значень, то діапазон інтенсивності прояву флуктуаційної мінливості надзвичайно широкий: від мікрозмін до потужних змін, які призводять до руйнування інваріанта підконтрольної системи. У структурі самого інваріанта флуктуаційна мінливість у межах його динамічної складової не належить до програмованої. Вона випадкова й тому начебто слабо передбачувана. Водночас інформаційна сутність системного інваріанта вибудована таким чином, що він ураховує можливі флуктуаційні мінливості і як захисний засіб містить механізми, які запобігають флуктуаційно результатним негативним наслідкам. Те, що такі механізми мають ефективну обмеженість, лише свідчить про обмеженість стабільності самого інваріанта.

Загалом такі мінливості трактують як екзодинамічні (от грец. *exo* – зовні й *dynamis* – сила), тобто це мінливість динамічної складової системного інваріанта, яка викликана зовнішніми чинниками, часто стресового змісту: вітровали, засолення, лавини, обводнення тощо. Отже, до екзодинамічної мінливості належать стихійні, раптові, флуктуаційні, що виникають переважно внаслідок впливу зовнішніх непередбачуваних чинників (інтерпретація мінливості фітоценозів – Сукачев, 1964, Лавренко, 1949). Одним із засобів протидії екзодинамічній мінливості інваріанти використовують явище інертності. Її сприймають як:

–позбавлення активності, практичне невступання ні з чим у взаємодію;

–здатність геосистеми в разі дії на неї зовнішнього чинника зберігати свій стан у межах заданої області впродовж усього заданого інтервалу часу.

Отже, інертність є досить кардинальним засобом захисту від флуктуативних впливів, який не характеризується пластичністю. Більш адекватним до такої ситуації є інерційність. Саме поняття «інерція» спри-

ймають як стійкість до збурень (Orlans, 1975). Отже, поняття «інерційність» трактують як:

- спроможність системи зберігати свій стан (рівномірний прямолінійний рух або спокій) щодо діючих на неї сил (Лопушанський, 2003);
- здатність геосистем протистояти зовнішнім збуренням і зберігати свій стан, тобто інваріантні риси структури й функціонування протягом заданого інтервалу часу (Исаченко, 2003);
- спроможність ландшафту затримувати на деякий час реакцію на зовнішній вплив, зменшуючи при цьому амплітуди цих «відкладених» коливань (Гродзинський, 2014).

Отже, інерційність дає змогу системним інваріантам більш м'яко (порівняно з інертністю) протидіяти деструктивним флуктуаційним мінливостям. Оскільки системна інерційність – це інерція, яка визначає час, необхідний для переходу системи з одного стану до іншого (Гольшев, 2011), то для збереження інваріантної стабільності системи підтримують залежність: чим інтенсивніший флуктуаційний вплив, тим для збереження врівноваженої організованості потрібно видовжити час регенерації.

Загалом, інерційна властивість системного інваріанта полягає в стабільному його намаганні до збереження власної внутрішньої структури й опору впливу поля зовнішніх сил.

Мінливість внутрішня (внутрісистемна) утворення значною мірою теоретичне, оскільки абсолютно незалежного внутрішнього середовища в систем не існує. Загалом, поняття «внутрішнє середовище» розуміють як:

- усе те, що міститься всередині природних територіальних систем, але не є його частиною (Дедю, 1990);
- увесь простір територіальних комплексів, який розміщений у межах її зовнішніх границь (Мамай, 2005);
- сукупність внутрісистемних структурних утворень з усією системою просторово-часових зв'язків між ними (Петлін, 2009);
- у будь-якій системі внутрішнє середовище охоплює дві складові: елементи, стосунки, зв'язки, що впливають на систему та її компоненти; внутрішнє середовище самих елементів, котре визначає вже їхню поведінку. Виразних границь між внутрішнім і зовнішнім середовищами системи і її підсистем, зазвичай, не буває (Гнатів, Хірівський, 2010);
- складне функціональне утворення, яке складається із сукупності елементів, компонентів, структурних складових систем і зв'язків та інших відношень між ними. Воно характеризується відносною стабільністю й цілеспрямованою мінливістю (Петлін, 2016б).

Отже, внутрішнє середовище – це уся сукупність структур, зв'язків, процесів, явищ тощо, які містяться всередині певного утворення. Щодо системних інваріантів, то їх внутрішнє середовище представлене всією

сукупністю структурованих властивостей, які взаємопов'язані лише в межах зовнішніх меж інваріанта.

Безпосередньо ендодинамічна (внутрішня) мінливість відбувається внаслідок поступового розвитку самих систем, що, відповідно, впливає й на середовище та зворотно змінює стан системи; при цьому головну роль відіграють внутрішні особливості природної системи (інтерпретація мінливості фітоценозів – Сукачев, 1964, Лавренко, 1949). Щодо безпосередньо інваріанта таку мінливість можна трактувати як таку, що є наслідком багатоваріантного розвитку системного інваріанта у вигляді закономірного перебігу інваріантних станів. При цьому тут враховуються й зовнішні впливи, які на фоні корегувальних функцій спроможні реалізовувати й флуктуаційні впливи.

Виникає своєрідна етологічна організованість інваріантів природних територіальних систем. Її сприймають як безперервний зовнішньо й внутрішньо контрольований процес становлення, збереження та закономірного руйнування етологічних станів інваріанта (упорядкованості його станової мінливості), зумовлений наявністю програмованого й контрольованого розвитку цілісної системи (Петлін, 2016б). Відповідно до такого трактування етологічної організованості інваріантів систем, загальний контроль із боку програми розвитку цілісної системи має пріоритет над розвитком системного інваріанта. Це наслідок більш глибоких, переважно міжсистемних, залежностей створення системних програм розвитку.

Етологічна мінливість інваріантів територіальних систем значною мірою відображена в мінливості їхньої внутрішньої структури (структурної організованості). Тут поняття етологічної структури інваріантів природних територіальних систем сприймається як система просторово диференційованих відносин між інваріантами та їхніми структурними складовими, які створюють відповідну просторову диференціацію їхніх станів і поведінки. Різними є форми взаємозв'язку та взаємозалежності між поєднаними (дотичними) інваріантами та в межах індивідуальних інваріантів. Міжінваріантні залежності й взаємодії в цьому визначенні залучені, оскільки вони характеризуються глибокими контрольними та корегувальними функціями.

Отже, етологічний стан системних інваріантів має подвійний зміст: стан наукового напрямку «етологія» й складова загального стану інваріанта територіальної системи, яка поділяється на суто етологічну і неетологічну. Найчастіше дослідник має справу з етологічною складовою станів (Петлін, 2016б). Неетологічна мінливість – міжстанова, та внутрістанова мінливість, яка має власні залежності, що переважно пов'язані зі специфічними особливостями територіальної системи як функціональної цілісності. Саме ця цілісність контролює межі такої мінливості, її амплітуду, час існування тощо. Зв'язок із мінливістю станів така мінливість повністю не втрачає.

Наприклад, спостерігаємо «розтягування» сплесків нестанової мінливості після зміни станів і її «уцільнення» поблизу майбутньої зміни станів (Петлін, 2016б).

Уся сукупність різноманітних станів, у яких може перебувати інваріант територіальної системи, поєднує мінливість розвивальна. Її сприймають як таку, що містить потужні зміни, котрі призводять до якісної перебудови системних інваріантів і формування на їхньому місці іншого інваріанта, який би задовольняв вимогу гармонійного існування відповідної ділянки геосфери (Петлін, 2008).

7. ІНВАРІАНТНІСТЬ І СИСТЕМНА ЄДНІСТЬ ЗВ'ЯЗКІВ У ТЕРИТОРІАЛЬНИХ УТВОРЕННЯХ

Загалом поняття «зв'язок» має доволі значну кількість різноманітних трактувань. Розглянемо деякі з них:

- зв'язки повинні розглядатися як підкласи відношень. Якщо ми говоримо, що Джон вищий ніж Пітер, то встановлюємо відношення між Джоном і Пітером; якщо, з іншого боку, зазначаємо, що Джон є товаришем Пітера, то ми встановлюємо зв'язуюче відношення між двома індивідами (Юм, 1906);
- у якості зв'язків виступають речовинні, енергетичні та інформаційні потоки між факторами природних систем (Краукліс, 1979);
- зв'язок – це бік відношення (Новинский, 1961);
- завершене й водночас зовнішнє відношення (Уемов, 1978);
- момент упорядкованості, а кількість зв'язків є кількістю порядку (Сетров, 1971);
- спрямовані (за каналами) впливи однієї системи на іншу (Сетров, 1975);
- відношення разом із його певними змістовними характеристиками (Садовский, 1974);
- підсистеми (елементи), які виконують безпосередню взаємодію між іншими підсистемами (елементами) і не приймають рішень. Зв'язки переносять компоненти метаболізму з однієї просторової області до іншої, при цьому можливі деякі перетворення цих компонент. Зв'язки поділяють на прямі й зворотні (Дружинин, Конторов, 1976);
- означає, що одне явище існує або розвивається в певній залежності (підпорядкованості) від іншого, зв'язок зумовлює взаємні обмеження поведінки (функціонування) елементів (Паламарчук М., Паламарчук О., 1998);
- для визначення кількості зв'язків (прямих + зворотних) між елементами в системі застосовують формулу: $K = n(n - 1)$, де K – кількість зв'язків; n – кількість елементів у системі. Для визначення взаємозв'язків, тобто пар прямих і зворотних зв'язків, використовують формулу $n(n - 1)/2$ (Маца, 2008);
- взаємне обмеження «свободи» елементів, що створює обмеження на поведінку об'єктів і, головне, залежність між ними (Гнатів, Хірівський, 2010);
- характеризує водночас і будову (статичу), і функціонування (динаміку) системи. Забезпечує виникнення й збереження структури та цілісних властивостей системи (Гольшев, 2011);

- категорія, яка відображає наявні взаємини між структурними елементами об'єктів, процеси їх виникнення, функціонування, розвитку (Буян, 2015);
- структуровані функціональні речовинні, енергетичні й інформаційні підсистеми відношень, які виконують безпосередню взаємодію між іншими підсистемами (елементами), що характеризуються певними ознаками, спрямованими на забезпечення структурної впорядкованості (дестабілізації) інших підсистем і цілісних систем, шляхом обмеження їхньої функціональної «свободи». Тобто зв'язок – це завжди взаємопов'язане структуроване явище, головними структурними елементами якого є стан–причина→стан–дія→стан–наслідок. (Петлін, 2016);
- визначає певну цілісність інтегровальної системи, обмін між її складовими – речовиною, енергією, інформацією (Системні дослідження навколишнього середовища, 2019).

Отже, зв'язки розглядають як взаємовпливи, взаємодії й відношення між системними складовими та між цілісними системними утвореннями, котрі реалізуються через речовинно-енергетичні та інформаційні потоки, що надає їм ознак чинників системної впорядкованості, зокрема через обмеження поведінки системних складових, що характеризує водночас будову (статичу), і функціонування (динаміку) територіального утворення, а також забезпечує виникнення й збереження структури та цілісних властивостей системи. Зв'язки в інваріантах територіальних систем доцільно розглядати як взаємовпливи, взаємодії та відношення між їхніми структурами.

Найчастіше зв'язки поділяють на зовнісистемні (латеральні) й внутрісистемні. Латеральні зв'язки сприймають як міжгеосистемні або між ландшафтні; вони співдіють організації горизонтальної структури систем, поєднують структурні частини природних геосистем або самі геосистеми як цілісні утворення в єдиний ландшафтний континуум (безперервну єдність). Водночас це зв'язки, які відповідають за гармонійне «вписування» системи в її функціональне оточення. Фактично це зв'язки плеромного типу, через яку системи пов'язані з ієрархічно вищими територіальними утвореннями (Петлін, 2016б). Зовнісистемні зв'язки здійснюють суттєвий вплив на їхні інваріанти через просторову дотичність між системними інваріантами. Такий вплив спроможний корегувати функціональну, динамічну та еволюційну мінливість інваріантів, а також сприяти його руйнуванню й виникненню на його місці іншої системи з якісно іншим інваріантом.

Щодо внутрісистемних зв'язків, то це система павутинного типу, де кожна структура пов'язана із сусідніми, а всі вони – із центральною (рис. 7.1) (Петлін, 2016б).

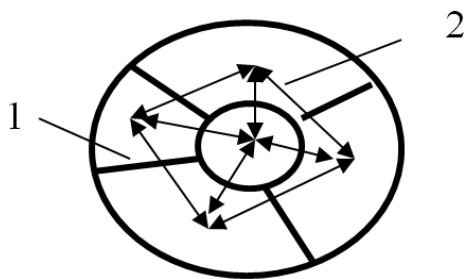


Рис. 7.1. Умовна схема внутрісистемних міжструктурних зв'язків у природній територіальній системі: 1 – структурно-функціональні складові територіальної системи; 2 – міжструктурні зв'язки

Інваріантні внутрішні зв'язки розглядають як значною мірою теоретичну конструкцію, оскільки в чистому вигляді їх не існує, завжди є корегувальні зовнішні впливи. Водночас їх аналіз є корисним. Він дає змогу виявляти внутрішні залежності організованості інваріантів.

Інваріантні та інваріантно контрольовані зв'язки в природних територіальних системах характеризуються значним різноманіттям. Серед них пріоритетні зв'язки-взаємодії. Їх сприймають як:

- зв'язок, який простежується як «слід» реалізованої взаємодії у вигляді ланцюга конкретних причин і наслідків у конкретному просторово-часовому проміжку (Курант, Роббинс, 1967);
- зв'язки, із-поміж котрих розрізняють зв'язки властивостей (такі зв'язки фіксуються, наприклад, у формулах фізики типу $pv = const$) і зв'язки об'єктів (наприклад гуморальні зв'язки між окремими нейронами). Зв'язки-взаємодії є найбільш широким класом зв'язків, що так чи інакше присутні у всіх інших типах зв'язків (Блауберг, Садовский, Юдин, 1970);
- процес взаємодії об'єктів (їхніх властивостей), який відбувається в реальному просторі та часі й виражений у певній послідовності подій, котрі відбуваються з речовиною (та енергією) на певній ділянці простору (Солнцев, 1977);
- належать до ускладненої форми зв'язку. Вони містять первинний вплив (речовинний, енергетичний або інформаційний), сприйняття цього впливу елементом, підсистемою чи системою, вироблення необхідної зворотної відповіді, безпосередня зворотна відповідь. Найбільш потужними серед зв'язків-взаємодій є зв'язки систем із середовищем, коли умови зовнішнього середовища, без яких система не може існувати та розвиватися, називають необхідними. Умови, що не мають суттєвого впливу на систему або впливають на неї випадково, називають супутніми (Петлін, 2016а).

Насамперед зазначимо, що поняття «взаємодія» – це явище, яке володіє абсолютною імперативною властивістю щодо всього матеріального світу, оскільки без взаємодій він би не зміг не лише існувати, а й виникнути. Це поняття трактують як:

- взаємодією (взаємну причинність або функціональну взаємозалежність): є детермінація наслідку взаємною дією (Бунге, 1962);
- категорія для означення взаємовпливу речей, яка полягає в обміні між ними речовиною та енергією. У широкому розумінні – це засіб існування матерії (Сетров, 1975);
- такі відношення матеріальних тіл, за яких, впливаючи один на іншого, тіла змінюють свій стан (Круть, 1978);
- дія матеріальних об'єктів один на одного, що призводить до зміни їхнього стану (Лопушанський, 2003);
- передача руху або інформації від одного тіла до іншого (Великий тлумачний словник, 2004);
- вплив частин системи одна на одну (або поєднаних систем) відповідно до їхніх взаємозв'язків, які здатні виражатись у формах змін станів частини системи (чи окремої системи) або передачі сигналу від однієї частини (системи) до іншої. Кількість можливих впливів визначає різноманітність поведінки системи, котра швидко зростає зі збільшенням кількості взаємозв'язків та петель зворотного зв'язку (Петлін, 2005 б);
- континуально-неперервний процес взаємопов'язаної причинно-наслідковими зв'язками трансформації параметрів об'єкта й середовища (Старіш, 2005);
- філософська категорія, що відображає відносини між об'єктами, за яких кожен з об'єктів діє (впливає) на інші об'єкти, призводить до їх зміни, водночас зазнає дії – впливу з боку кожного з цих об'єктів, що, зрештою, зумовлює зміну його стану (Україна: основні тенденції ..., 2005);
- процес впливу одних об'єктів, їхніх властивостей на інші, споріднені предмети, явища, процеси. Вона є способом здійснення змін, трансформації, взаємопереходів властивостей об'єктів, створення нових предметів, розвитку наявної дійсності, світового процесу руху-розвитку (Буян, 2015).

Отже, взаємодія є детермінацією наслідку певного впливу й водночас взаємовпливів, які призводять до зміни станів об'єкта впливу, що реалізується, зокрема, через передавання речовини, енергії та інформації.

Щодо взаємодії на рівні складних територіальних систем, то їх сприймають як:

- зв'язок об'єктів, співвіднесений із конкретними потоками речовини, енергії й інформації в певних просторових і часових інтервалах. Існує

класифікація геосистемних взаємодій. Зроблено їх розмежування за характером матеріального носія (речовинні, енергетичні, інформаційні), за походженням (власні й вимушені), за просторовим і часовими масштабами, за характером просторових зв'язків (однобічні, двобічні, колові, ланцюгові, розгалужені), за характером просторового виразу в геосистемах (нуклеарні, контактні, катеноподібні, басейнові тощо). Розмежовані взаємодії наближеної й віддаленої дії; потенційні, динамічно врівноважені та реальні; взаємодії місць і станів. Із врахуванням цих співвідношень установлено основні блоки геосистемних взаємодій: геосистема–потік, геосистема–геосистема, геосистема–середовище (Боков, 1990);

- засіб існування геосистем, відношення матеріальних тіл і властивостей елементів, дія що зумовлює зміну стану систем та їхніх структурних складових, взаємна причинність, або функціональна взаємозалежність на рівні внутрішньої й зовнішньої організації, передання руху або(і) інформації, яка визначає різноманітність поведінки системи й водночас континуально-неперервний процес трансформації параметрів системи та середовища (Петлін, 2016а).

Спираючись на наведені визначення, можемо зазначити, що взаємодії ув межах інваріантів природних територіальних систем – це закономірна сукупність зв'язків і дій з відповідною сукупністю організаційних потоків, що є основою загального засобу існування інваріанта й реалізується у вигляді змін інваріантних станів, насамперед їхніх структурних складових, що контролюється на рівні внутрі- й зовніваріантних організаційних залежностей.

Іншим суттєвим варіантом зв'язків є зв'язки-відношення. Загалом, це поняття сприймають як:

- будь-яку форму відповідності явищ, властивості, об'єктів, яка розглядається безвідносно до причин її виникнення. У функціональній залежності, з допомогою якої виявляється зв'язок-відношення, але не уявляється існування будь-чого наближеного до причини й наслідку у відношеннях між залежною та незалежною змінними, а лише констатується логічно необхідний порядок взаємної мінливості змінних (Курант, Роббінс, 1967);
- будь-яка форма явищ, яка може бути представлена у вигляді функціональної залежності змінних величин, яка має або однозначний характер (функціональний зв'язок у вузькому трактуванні), або ймовірнісний (кореляційний зв'язок) (Солнцев, 1977);
- зв'язки, які є вдображенням співвідношення явищ, процесів чи об'єктів у межах системи, які можуть бути представлені в якісному або кількісному вигляді. Зв'язки-відношення – зв'язки, які визначають

відповідність якості системи її стану (кількості речовини й енергії) за певний проміжок часу (Двинских, Морозова, 2009);

- такі причинно-наслідкові зв'язки, що є відображенням функціональних залежностей структурних складових системи і її самої як цілісного територіального утворення через різноманіття взаємопов'язаних та постійно мінливих станів (Петлін, 2018).

Отже, головним поняттям тут є саме відношення. Його географічні інтерпретації трактують як:

- відношення, які охоплюють взаємне розміщення й просторову взаємодію географічних об'єктів, котрі формують цілісні геосистеми (Мересте, Ныммик, 1984);
- 1) географічне відношення слугує окремим проявом географічного зв'язку. Воно є відображенням певної територіальної взаємозалежності між явищами, носіями відношення; 2) відношення між елементами кожної певної системи характеризуються відносними властивостями-характеристиками. Носії географічних відношень є також носіями властивостей-відносних характеристик; 3) відношення свідчить про наявність зв'язаності носіїв відношення якимось загальним географічним процесом, водночас саме воно не є матеріальним процесом; 4) відношення більш стійкі, ніж процеси й зв'язки. Тому вивчення географічних відношень є вивченням більш стійких елементів дійсності, ніж географічні процеси; 5) відношення як певні характеристики елементів будь-якої множини не є відносно нього зовнішніми, а є вираженням їхньої об'єктивної сутності як елементи певної множини; 6) сітка географічних відношень між елементами множини забезпечує її цілісність, але таким чином вона повинна бути також цілісним утворенням, оскільки лише в такому випадку забезпечується сутнісна приналежність кожного елемента до певної множини; 7) сітка географічних відношень є складною системою. У кожній характеристиці, у кожній певній множині є самостійна сітка відношень, яка забезпечує її цілісність у певному аспекті, а множина, яка складається з елементів, кожен із яких є носієм декількох відносних характеристик, містить стільки само взаємно переплетених сіток відношень; 8) процедури й методи зіставлення міжелементарних відношень, які застосовуються в наукових дослідженнях під час кількісних вимірів, суб'єктивні, оскільки вони вибираються та виконуються дослідниками за їхнім бажанням із метою виявлення відносних характеристик, але водночас вони є відображенням тих об'єктивних процедур зіставлення, у процесі здійснення яких відбувається конструювання відносних характеристик (Смирнов, 1980);
- специфічними критеріями географічних відношень, які відрізняють їх від інших, є: а) відношення географічні реалізуються таким чином, що

щонайменше один із двох носіїв кожного окремого відношення розміщений на поверхні Землі, котра виступає в ролі всезагальної системи підрахунку для всіх можливих географічних відношень; б) відношення географічні існують між матеріальними об'єктами, елементами відповідних географічних систем; в) відношення географічні реалізуються між матеріальними елементами просторових систем, які мають площинний (ареальний) або точковий характер; г) географічні відношення та їх сітки, які поєднують географічні системи, розміщуються в певних мінімальних ареалах або перебувають одне від одного на певній мінімальній відстані. Ця відстань – нижній поріг розміру геосистеми, а отже, і географічних відношень. Географічні відношення – це якісно-змістовні просторові відношення як між елементами геосистеми, так і між певною системою та іншими геосистемами, які розміщені на тій самій території; вони діють між усіма природними та суспільними явищами, котрі мають територіальну визначеність і географічну значимість та чинять на них різноманітний вплив (Мересте, Ныммик, 1984);

- стійкі взаємодії, які забезпечують формування цілісних систем, а тому належать до інваріантних ознак (Петлін, 2016б).

Щодо інваріантів природних територіальних систем, то в їхніх межах зв'язки-відношення реалізуються як форма географічних стійких зв'язків у вигляді відповідної сітки, яка не є матеріальним процесом але водночас є складним системним утворенням, репрезентує взаємне розміщення й просторові взаємодії в межах інваріантів, що й формує інваріантну цілісність. Те, що зв'язки-відношення не матеріальні явища, свідчить про їх інформаційну сутність.

Загалом інформаційний зв'язок часто сприймають як енергетичний вплив, здатний привести сприймаючу систему до якісно іншого стану стрибком. Енергетична непропорційність між енергією сигналу й розрядки внутрішньої енергії в системі – головна риса інформаційного зв'язку. (Дьяконов, 1991). Зауважимо, що це лише певний аспект інформаційного зв'язку, до того ж який не так часто відбувається. Найчастіше інформаційний зв'язок виконує стабілізувальну (гармонізувальну) функцію або функцію регенерації чи релаксації в природних чи навіть антропогенно модифікованих системах. Інша справа, що він характеризується ефектом підсиленої реакції-відповіді, коли реакція-відповідь системи на інформаційний сигнал значно енергетично переважає дію інформаційного зв'язку. Тобто під інформаційним зв'язком можемо розуміти такий закономірно-стабілізувальний (дестабілізувальний) сигнальний зв'язок між системами, структурами, комплексами, компонентами, елементами географічного середовища, за якого енергія реакції-відповіді географічних утворень значно перевищує енергію інформаційного сигналу. Отже, інформаційні зв'язки

відзначаються доволі складною приуроченістю, оскільки це особливий вид зв'язків, в основу яких покладено обмін інформаційними сигналами між структурними й компонентними елементами територіальних систем і між самими системами як цілісними утвореннями. До них також належить обмін інформацією між суб'єктом й об'єктом управління суто в природі та між природним і суспільним блоками (Петлін, 2016б).

На рівні міжсистемних взаємодій інформаційні зв'язки становлять закономірно зумовлене передавання просторового та часового впорядкування різноманіття від одних природних територіальних систем до інших. Це не просто передавання – воно контрольоване й чітко спрямоване на забезпечення міжсистемного гармонійного співіснування територіальних систем (Петлін, 2016б). Отже, таке трактування міжсистемних інформаційних зв'язків може бути основою для означення зв'язків на рівні міжсистемних інваріантних явищ. Такими є закономірна сукупність просторового та часового впорядкування різноманітної організованості між дотичними системними інваріантами, що створює синергетичну міжсистемну інваріантну сутність, котра контролює мінливість у всіх дотичних інваріантних складових.

Оскільки міжінваріантна сутність є синергетичним утворенням, то доцільно розглянути й саме синергетичні зв'язки. Їх сприймають як:

- зв'язки, що забезпечують у разі спільної взаємодії елементів ефект, який не може бути досягнутий у разі їх незалежного функціонування. Більше того, такі ефекти можуть бути навіть не пов'язані з характером безпосередньої діяльності взаємодіючих елементів (Паламарчук М., Паламарчук О., 1998);
- зв'язок, який за кооперативних дій незалежних елементів системи забезпечує підвищення загального ефекту до величини більшої, ніж сума цих самих елементів, які діють незалежно. Тобто це підсилювальний зв'язок елементів системи (Екологический энциклопедический словарь, 1999);
- існують дві головні групи взаємозв'язків, котрі можуть бути використані для реалізації синергетичного ефекту: матеріальні й нематеріальні (інформаційні) (Мельник, 2015).

Отже, синергетичні зв'язки характеризуються тим, що вони створюють ефект не просто такий, що не здатен бути досягнутий за їх незалежного функціонування, а який пов'язаний з тим, що синергетична сукупність зв'язків є більшою за їх несинергетичну сукупність. Щодо синергетичних зв'язків в організованості системних інваріантів, то це така їх сукупність, яка утворює синергетичний ефект, що характеризується системоформувальними властивостями.

Безпосередньо системоформувальні зв'язки трактують як:

- не будь-який територіальний зв'язок, а лише зв'язок із керуванням (Михайлов, 1998);
- зв'язки, які визначають поєднання й перетворення частин і появу нових цілісних властивостей об'єкта (Гришанков, 2001);
- взаємозв'язки, які сприяють утворенню систем різних типів (Мамай, 2005).

Отже, у трактуванні системоформувальних зв'язків лише зазначається, що це зв'язки з присутністю керування, а також що вони системам у процесі утворення надають нових властивостей. Зауважимо: зв'язків без наявності будь-якого керування не існує. А те, що вони надають системам у процесі утворення нових властивостей, означає: такі ознаки характерні й для багатьох інших зв'язків, наприклад синергетичних. Тобто доцільно у трактуванні системоформувальних зв'язків зазначити, що вони обов'язково контролюють появу цілісності, контрольований розвиток систем через мінливість їх структурно-функціонального різноманіття, сукупність стабілізаційних і регенераційних механізмів тощо. Щодо конкретно системних інваріантів, то тут системоформувальні зв'язки проявляються як такі, що спрямовано підтримують їх цілісність, структурну мінливість та програмований внутрі- й міжсистемно орієнтований розвиток.

Отже, попередній аналіз свідчить, що будь-які організаційні зв'язки як цілісних територіальних систем, так і їх інваріантів спрямовано підтримують притаманну їм структурну організованість. Безпосередньо структурні зв'язки (їх інколи трактують як зв'язки побудови) сприймають як:

- такі, які визначають відносно жорсткі поєднання взаємодіючих частин (Гришанков, 2001);
- певну частину простору між компонентами (котрі є представниками об'єкта-0), заповненого енергією, масою або інформацією, при цьому енергія, маса або інформація, яка заповнює зв'язок, не може переміщуватись або видозмінюватись, незалежно від компонентів. Зв'язки структурні поділяють на **статичні** (енергія, маса або інформація, які заповнюють зв'язок, не переміщується від одного компонента до іншого) й **динамічні** (від одного компонента до іншого прямує потік енергії, маси або інформації) (Жилин, 2006);
- відносно жорсткі структуроформувальні та структуропідтримувальні зв'язки, що характеризуються при цьому гнучкістю. Те, що вони наповнені речовиною, енергією й інформацією, не потребує уточнення, але те, що така речовина, енергія та інформація структурно орієнтована, заслуговує на увагу (Петлін, 2018).

Застосовуючи наведені трактування, можемо окреслити сутність структурних зв'язків у межах системних інваріантів. Це структуроформувальні та структуропідтримувальні зв'язки, які спрямовано формують і

підтримують структурну організованість інваріантів та характеризуються значною просторово-часовою стабільністю.

Оскільки будь-яка мінливість у природних територіальних системах проявляється як перебіг певних станів, то існує також сукупність зв'язків, які їх формують. До них належить те, що зміна стану системи (рівня впорядкованості) залежить від припливу негентропії в систему, тобто параметрів потоку й рушійної сили; потік у систему речовин, енергії та інформації залежить від рушійної сили, тобто різниці потенціалів між системою й навколишнім середовищем; різниця потенціалів між системою та навколишнім середовищем залежить від характеру субстанцій (речовини, енергії, інформації), які формують параметри потоку; параметри, що формують приплив негентропії, зумовлені рівнем потокової впорядкованості системи; дисипативна активність системи зумовлена її обміном із зовнішнім середовищем, тобто система витрачає стільки енергії, скільки дає їй змогу зовнісистемний обмін; обмін системи із навколишнім середовищем зумовлений дисипативною активністю системи, або система вимушена імпортувати стільки енергії, скільки вистачить для функціонування системи за певного рівня її впорядкованості; ступінь неефективності системи зумовлений рівнем її інформаційної впорядкованості (Основи стійкого розвитку, 2005).

Отже, зв'язки, які формують мінливість станів у системах та їх інваріантах, є складним явищем, що характеризується сукупністю взаємозалежних закономірностей. Те, що зміна стану системи (рівня впорядкованості) залежить від припливу негентропії в систему, тобто параметрів потоку й рушійної сили, контролює закономірність, відповідно до якої приплив негентропії до системи, а отже, і до її інваріанта, сприяє набуттю просторово-часової стабільності й узгодженого з навколишнім середовищем розвитку. Те, що потік у систему речовин, енергії та інформації залежить від рушійної сили, тобто різниці потенціалів між системою й навколишнім середовищем контролює залежність, яка стверджує, що чим вищі функціональні потенціали між взаємодіючими територіальними системами, тим більш інтенсивний між ними речовинний, енергетичний та інформаційний обмін. Явище різниці потенціалів між системою й навколишнім середовищем залежить від ефективності закономірності, відповідно до якої на це впливає характер субстанцій (речовини, енергії, інформації), що формують параметри потоку та самі контролюються системною цілісністю. Параметри, що формують приплив негентропії, зумовлені рівнем наявної впорядкованості системи, спрямованої на інваріантно-внутрісистемні й інваріантно-зовнісистемні особливості, а також їх узгодженості. Дисипативна активність системи зумовлена її обміном із зовнішнім середовищем, підпорядкована залежністю, відповідно до якої, система витрачає стільки енергії, скільки їй дають змогу дотичні територіальні системи через

зовнісистемний обмін. Обмін системи із навколишнім середовищем контролюється залежністю, відповідно до якої він зумовлений дисипативною активністю системи, тобто система намагається імпортувати стільки енергії, скільки потрібно для функціонування системи за певного рівня її впорядкованості. Ступінь неефективності системи контролюється залежністю, яка стверджує, що вона виникає як наслідок відповідного рівня її інформаційно-системної впорядкованості.

Щодо конкретно системних інваріантів, то зв'язки, які притаманні виникненню й супроводу притаманних їм станів, відповідають таким ознакам: інтенсивністю організувального та корегувального впливу на основі негентропійних властивостей; наявністю потенційних явищ між інваріантами дотичних систем; параметрів, котрі характеризують попередній стан інваріантів, що зумовлює обмеження в сприйнятті впливів.

Оскільки системні інваріанти переважно характеризуються контрольними функціями, то наскрізним характером при цьому є зв'язки керування. Загалом, їх сприймають як:

- зв'язки, які залежно від їхнього конкретного виду спроможні утворювати різноманітність або функціональних зв'язків, або зв'язків розвитку (Блауберг, Садовский, Юдин, 1970);
- зв'язки, які зумовлюють походження одних елементів з інших і підпорядкування їх цілому, яке діє на частини через механізми керування (Гришанков, 2001);
- зв'язки, які впорядковують положення й функціонування частин, узгоджують темпи функціонування та розвитку (Гришанков, 2001);
- зв'язки, які, залежно від їхнього конкретного вигляду, можуть утворювати різновид або функціональних зв'язків, або зв'язків розвитку (Князева, Курдюмов, 2007);
- керівні зв'язки спрямовані на утворення функціонального різноманіття в територіальних системах, виконання функції забезпечення підпорядкування (субординації) між елементами, компонентами, структурними складовими системи і самою системою, забезпечуючи стабільність її розвитку (Петлін, 2016а).

Спираючись на ці трактування, можемо зазначити, що керівні зв'язки, притаманні інваріантам природних територіальних систем, характеризуються здатністю створювати й контролювати функціональне різноманіття інваріантів у процесі розвитку контрольованих систем, що сприяє підтриманню інваріантної цілісності та, як наслідок-загальної інваріантної стабільності.

Уся сукупність різноманітних зв'язків, властивим системним інваріантам, є взаємозалежними й створюють своєрідну цілісність організаційно-інваріантних зв'язків. Це відповідає аксіомі про єдність просторових зв'язків, яку правомірно застосовувати як аксіому про функціональну по-

дібність до вивчення конкретних об'єктів галузевого значення – основного категоріального апарату емпірично заданих сукупностей (просторових, часових, класифікаційних тощо) – як різних комплексних об'єктів (Сочава, 1978). Вона враховує співвідношення та комбінації системних зв'язків, котрі виникають у процесі відображення вихідної фізичної структури природного середовища як геосистеми, тобто властивість «наскрізної системності» (Солнцев, 1981). Щодо конкретних інваріантів територіальних утворень, то ця аксіома матиме такий вигляд: в організованості системних інваріантів провідну роль відіграють співвідношення різноваріантних зв'язків, які формують їхні структури, узгоджені з особливостями співвідношень із дотичними територіальними системами.

Результатним ефектом дії сукупності організаційних зв'язків на інваріанти природних територіальних систем є явище каналізування. Загалом, його сприймають як властивість шляхів розвитку, що приводить до утворення стандартного фенотипу, незважаючи на різноманітні збурення (перешкоди) й тимчасові перепони (які викликані факторами середовища). Тут фенотип означає сукупність характеристик, властивих інваріанту територіальної системи на певній стадії її розвитку. При цьому каналізовані ознаки проявляються у великій кількості одновидових природних територіальних систем, незважаючи на їх видове різноманіття та відмінності в оточуючому середовищі. Це зв'язки, які підтримують закономірний перебіг еволюційних стадій розвитку в системах. А оскільки такий перебіг повторюється в системах, незалежно від їх видової приналежності, то й каналізовані зв'язки в них наближені.

Іншу ситуацію спостерігаємо в каналізованих функціях. Оскільки функцію, у системному її розумінні, можемо визначити як таке відношення частин до цілого, за якого саме існування частини забезпечує існування цілого. По-іншому можна сказати, що функція – це зовнішній вияв властивості й внутрішнього змісту елемента, що спрямовані на збереження та розвиток системи (Петлін, 2016в), то вважають, що функція є каналізуючою, якщо хоча б один з її входів достатньо зафіксувати в певному стані й одержати фіксоване значення на виході, незалежно від того, що відбувається на інших входах. Отже, каналізуючі функції – це закономірний речовинно-енергетичний та інформаційний функціональний метаболізм, який спрямовано підтримує функціональну організованість інваріантів природних територіальних систем.

Уся сукупність різноманітних зв'язків і функціональних явищ в інваріантах територіальних утворень є взаємозалежними й взаємодоповнювальними, а тому відповідають науковому факту взаємовідносин павутинного типу, відповідно до якого будь-яка фізична реальність є павутинням взаємовідносин (Капра, 2002). Поняття «павутиння» тут умовне за аналогією, та воно значною мірою є відображенням реальності.

Щодо процесної організованості інваріантів природних територіальних систем, то, відповідно до наукового факту взаємодії процесів, взаємодіяти можуть лише ті з них, у котрих наближені характерні часи та просторові масштаби (Delcourt, H. R., Delcourt P. A., Webb, 1983; Shugart, 1984; Пузаченко, 1986). Оскільки процес розглядають як набір станів системи, що відповідає впорядкованій неперервній або дискретній зміні деякого параметра, що визначає характеристики чи властивості системи, де в більшості випадків таким параметром є час (Катренко, 2013), то процесна організованість територіальних систем, а отже, і їх інваріантів репрезентують часову мінливість цих утворень. Водночас як щодо зв'язків процеси в системних інваріантах підпорядковані науковому факту вибіркового підтримання зв'язків, відповідно до якого еволюційно виникають і підтримуються лише ті зв'язки, котрі корисні для всієї сукупності взаємодіючих одновидових природних систем. Наявність таких специфічних зв'язків можливо інтерпретувати як своєрідні одновидові адаптації, які забезпечують оптимальну взаємодію між видами у процесі їх еволюції (Черных, 1986). Тут потрібне уточнення. Одновидовість територіальних систем ще не означає їх певної функціональної тотожності оскільки такі системи можуть перебувати на різних еволюційних стадіях (від зародження до трансформації), у них можуть бути не тотожні дотичні територіальні системи, а відповідно, і відрізнятися речовинно-енергетичні та інформаційні потоки. Як наслідок, вони можуть мати різні функціональні структури. Отже, науковий факт вибіркового підтримання зв'язків має значні обмеження.

Загалом територіальну організованість зв'язків у межах природних територіальних систем та їх інваріантів сприймають як взаємопов'язаний, цільовий, взаємоузгоджений розподіл у межах будь-яких природних територіальних систем та їх інваріантів певної (в ідеалі обмеженої) сукупності різноманітних зв'язків із ситуаційно визначеними функціями й системою необхідних ознак (характеристик). Отже, поняття «територіальна організованість зв'язків» значно ширше в порівнянні з розміщенням, бо охоплює не лише взаємне розміщення, взаємовпливи та взаємоузгодження, взаємодоповнення, а й спільну цільову спрямованість (Петлін, 2016б).

Територіальну організованість зв'язків в інваріантах будь-яких територіальних утворень поділяють на внутрі- й зовнісистемно-інваріантні. Внутрісистемна організація зв'язків поділяється на радіальну та латеральну складові. Радіальна репрезентує фоновий зв'язок природної системи з навколишнім середовищем, а латеральна – зв'язки між структурно-функціональними утвореннями.

Отже, інваріанти природних територіальних систем занурені в сукупність взаємогармонізованих, структурно орієнтованих і деструктивних зв'язків, що й надає їм просторово-часової стабільності.

8. ІНВАРІАНТНІСТЬ І ПРОЦЕСНА ОРГАНІЗОВАНІСТЬ У ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

На відміну від зв'язків, процесні явища більш складні, а відповідно характеризуються більш інтенсивним впливом на організованість територіальних систем і їх інваріанти. Усепроникність процесних явищ призвела до виникнення значного різноманіття трактувань поняття «процес». Його сприймають як:

- перетворення значень однієї або набору змінних під впливом оператора, тобто фактора, що діє на цю зміну/на ці зміни (Ashby, 1956);
- процес містить поняття про механізм, тобто пояснення внутрішніх пружин процесу шляхом застосування фізичних і хімічних принципів (Leopold, Wolman, Miller, 1964);
- ланцюг взаємопов'язаних, причинно зумовлених змін (Забелин, 1978);
- явище, яке поєднує в собі сукупність речовинно-енергетичних потоків, що циркулюють у граничних умовах клімато-геоморфологічного каркасу. Це обмінно-транзитна частина геосистеми, її мобілізувальна основа (Краукліс, 1979) і функціональне «ядро», завдяки якому реалізується сам акт міжкомпонентної взаємодії, який поєднує взаємодіючі елементи в єдине ціле. Геопотоки створюють особливий транспортний простір (Липець, 1984), тому функціональна цілісність векторної геосистеми тим вища, чим більш стійкі в просторі та часі геопотоки (А. Арманд, 1983);
- серія актів, тобто протяжне чергування впливів (Абдеев, 1986);
- взаємодія як окремих компонентів ландшафту, так і спряжених геосистем на рівні міграції речовини та енергії в умовах техногенного навантаження (Гуцуляк, 2001);
- послідовна зміна станів або явищ, яка відбувається закономірним порядком; хід розвитку чого-небудь (Большой толоковый словарь, 2003);
- об'єктивна реальність, невідома нам у своєму походженні, але та, що реально існує й доступна поточному філософському та науковому вивченню й пізнанню (Сонько, 2003);
- сукупність послідовних дій, засобів, спрямованих на досягнення певного наслідку (Петлін, 1988);
- переміщення речовини та енергії (Мамай, 2005);
- процес – це не лише послідовність етапів, але і їх взаємопроникнення, яка є особливою динамічною цілісністю, котра не редукує до конкретних його форм. У цій цілісності відповідність компонентів один одному має не статичний характер, а існує як постійно зростаюча відповідність частин і цілого, постійно трансформуються. Унаслідок

- дії такого сизигічного механізму (*syzygia* – поєднання, узгодження) процес і існує як самостійна реальність та буття (Кизима, 2005);
- послідовна зміна станів, стадій розвитку (Топчієв, 2005);
 - зміна якості об'єкта в часі (Жилин, 2006);
 - послідовність зміни станів об'єкта (просторово організованого утворення) в часі, ланцюг (комбінація) змін, пов'язаних один з одним, спрямованих на реалізацію його призначення, послідовність тих або інших дій (Веснин, 2007);
 - взаємопов'язана сукупність послідовних дій, станів або явищ, спрямована на досягнення певного наслідку (мети), яка реалізовується в структурній організації системи (Петлін, 2008);
 - послідовна мінливість станів, стадій розвитку об'єкта або явища в часі. Процес може бути описаний станами об'єкта або його стадіями. Розглядають фізичні, хімічні, біологічні, соціальні, психічні, політичні, економічні, інформаційні та ін. процеси (Трансформація ландшафтно-екологіческих процессов..., 2010);
 - взаємодія як окремих компонентів ландшафту, так і спряжених геосистем на рівні міграції речовин та енергії в умовах техногенного навантаження (Гуцуляк, 2009);
 - набір станів системи, що відповідає впорядкованій неперервній або дискретній зміні деякого параметра, що визначає характеристики чи властивості системи. Здебільшого таким параметром є час (Катренко, 2013).

Отже, процеси в матеріальних об'єктах – це закономірні перетворення під впливом оператора, які містять механізми реалізації й ланцюг взаємопов'язаних змін у вигляді станів, представлені структурованими мобільними частинами системи, котрі забезпечують її цілісність.

Щодо процесів у таких складних утвореннях, як системи, то їх сприймають як сукупність послідовних змін станів системи в напрямі досягнення певної мети. Вважають, що до таких процесів належать вхідний процес, вихідний процес, перехідні процеси. У якості входів приймають різні точки впливу навколишнього середовища на систему. Ними можуть бути інформація, речовина, енергія, їх поєднання, які згодом будуть перетворені. Узагальненим входом (X) називають будь-який стан усіх r входів системи, який можливо уявити у вигляді вектора $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_k, \dots, x_r)$. Вхідний процес у такій інтерпретації представлений множиною вхідних впливів, які змінюються з часом. Його можна задати, якщо кожному моменту часу t поставити у відповідність за певним правилом w вхідні впливи $x \in X$. Моменти часу t визначені на множені $T, t \in T$. У результаті цей вхідний процес буде відображений як функція часу $X[x] = w(x)$. Щодо виходів системи, то це різні точки впливу системи на навколишнє середовище. Вихід системи – результат перетворення інформації, речовини

й енергії. Зворотний зв'язок – те, що з'єднує вихід з входом системи та використовується для контролю за зміною виходу. Як наслідок, вихідний процес – це множина вихідних впливів на навколишнє середовище, що змінюється в часі. Вплив системи на навколишнє середовище визначають вихідними величинами (реакціями). Вихідні величини змінюються з часом й утворюють вихідний процес, представлений функцією $Y[X] = \gamma(X)$ (Чернышов, 2008).

Процеси конкретно фізико-географічні трактують як:

- послідовне здійснення природних явищ у географічній оболонці та ландшафтах, яке супроводжується передачею або обміном речовини, енергії й інформації і призводить до змін тих або інших характеристик стану ландшафту. До групи фізико-географічних процесів належать геоморфологічні, гідрологічні, кліматичні, біологічні, ландшафтні процеси. Можна говорити про процеси утворення, функціонування, динаміки і розвитку ландшафтів і їхніх компонентів (Александрова, 1986);
- процеси, які відбуваються в межах вертикального профілю ландшафту, що переформовують ландшафтну структуру, унаслідок чого утворюються нові структурні й функціональні елементи ландшафтів. Інтенсивність фізико-географічних процесів є кількісним показником стійкості ландшафтів (Шищенко, 1999);
- інтегральна сукупність деяких фізичних, хімічних і біологічних процесів, які набувають під час взаємодії в умовах земної поверхні, специфічних якостей – особливих форм прояву та особливих просторово-часових масштабів (Гришанков, 2001);
- перебудова ландшафтної сфери в результаті послідовної зміни станів різних природних компонентів та утворення нових ландшафтних структур (Денисик, Задорожня, 2013);
- послідовна зміна природних явищ у географічній оболонці й окремих ландшафтних системах, які супроводжуються передаванням та обміном речовини, енергії й інформації, що призводить до мінливості тих чи інших характеристик стану ландшафтів. До фізико-географічних процесів відносять геоморфологічні, гідрологічні, кліматичні, біологічні, ландшафтні. Вивчення фізико-географічних процесів – необхідна передумова для виявлення механізмів і факторів мінливості ландшафтних систем та виконання ними соціально-економічних функцій (Петлін, 2016 б).

Отже, фізико-географічні процеси представлені інтегральною послідовністю природних явищ, які викликають функціональні, динамічні, еволюційні мінливості в системах і їх розвиток шляхом впливу на системну структуру. Щодо процесів, притаманних інваріантам фізико-географічних систем, то їх можемо трактувати як взаємопов'язану інтегральну послідов-

ність закономірних природних явищ, котрі забезпечують функціональну, динамічну та еволюційну мінливість інваріантам, що відображається в їхній структурі.

Відомою закономірністю в процесній організованості складних систем є принцип провідного процесу. Він свідчить про те, що в геосистемі, найчастіше, відбувається процес, який неначе «підпорядковує» собі всі інші. Відповідно до цього принципу, провідний процес може бути покладений в основу вивчення та прогнозування (Позаченюк, 1999). Такий процес обов'язково є системоформульальним і системоупдтримувальним. Крім того, він має чітку ситуаційну прив'язаність. Тут поняття «ситуаційність» означає, що дії (взаємодії, зв'язки, реакції тощо), які відбуваються в природних територіальних системах, визначаються ситуацією (контекстом), у якій вони реалізуються. Загалом, це поняття покладено в основу ситуаційної теорії керування, що вивчає залежність ефективності методів і механізмів керування від того, у якій ситуації перебуває організація системи. Ситуаційність у керуванні стверджує, що не може бути єдиного універсального набору принципів керування, однаково ефективних будь-де й будь-коли, тому що в різних умовах кращі результати забезпечує використання різних, найбільш адекватних стратегій (Петлін, 2016б). Отже, ситуаційність провідного процесу, які розвиваються в межах системних інваріантів, полягає в тому, що не існує єдиної універсальної ситуації, яка б однозначно визначала вид провідного процесу.

Оскільки геоситуації – це умови, які склалися історично, а також сукупність умов у навколишньому середовищі, котрі зумовлені взаємодією компонентів цього середовища, а в загальному випадку геоситуації виникають за результатом глибокої взаємодії різнокількісних, неоднорідних компонентів навколишнього середовища та в окремих випадках відображають результат взаємодії між природною й соціально-економічною складовими на визначених ділянках географічного простору (Тітова, Згонник, 2008), то вони притаманні й появі нових станів. Зародження системних станів починається із зародженням самих систем, що супроводжується процесами піонерного їх розвитку. Це процеси, які виникають тоді, коли з'являються нові стани, що не існували раніше. Вони реалізуються природою на основі недетермінованих змін. Обов'язковою властивістю таких процесів є випадковість (стохастичність) і невизначеність (імовірнісність) подій, які в них відбуваються (Мельник, 2015). Водночас така стохастичність і невизначеність є обмеженими наявністю навіть у систем піонерного виду інваріантів як потужного стабілізувального чинника. Отже, уже в період піонерного розвитку (зародження) з'являються умови, які в подальшому стануть основою для закономірної еволюції систем на основі стабільності інваріантного контролю.

Уже під час зародження в природних територіальних системах виникає функціональна структура, яка захоплює й самі інваріанти. При цьому сукупність системних процесів має аплікативну ознаку, тобто це процес, який водночас спостерігаємо в різних структурних складових територіальної системи, наприклад підвищення внутрішньої різноманітності зв'язків. У такому випадку за певних обставин (наприклад підвищення інтенсивності прояву наслідків процесу) окремі структури одновидового процесу можуть зливатися або роз'єднуюватися, така динамічна процесна виявленість поки що є недослідженою. Загалом вважають, що аплікативні процеси (термін запропоновано В. С. Залетаєвим у 1984 р., походить від лат. *applicata* – прилегла, суміжна) – це процеси, які змінюють структурно-функціональні механізми стійкості геосистем: системи їх теплового, біогенного, гідрогенного й гравігенного регулювання. Як наслідок, геосистема втрачає природні регенеративні властивості, тренд її розвитку змінюється. Найчастіше явища аплікативних процесів спостерігають унаслідок антропогенного втручання до механізмів просторово-часової організованості територіальних систем. У цьому випадку такі процеси ще й виступають деструктивним чинником щодо ландшафтного оточення територіальної системи, оскільки не є закономірним явищем гармонізаційних стабілізуювальних механізмів. У випадку, коли аплікативні процеси організуються й контролюються навколишнім середовищем системи, наступний тренд її розвитку спрямований на просторово-часову стабілізацію певної ділянки ландшафтної сфери.

Щодо системних інваріантів, то їм також притаманні аплікативні процеси, які найчастіше є наслідком антропогенного втручання в їх організованість. При цьому інваріанти як протидію застосовують сукупність захисних і регенеративних механізмів, спроможних у найкоротший час локалізувати й ліквідувати дію аплікативних процесів. Така дія інваріантів природних територіальних систем належить до явищ саморегулювання. Загалом, процеси саморегулювання виникають, коли на кожне відхилення виробляється адекватний йому керівний вплив, який призначений для ліквідації цього відхилення. Це відбувається в достатньо вузькому діапазоні дозволених відхилень, в області лінійних (переважно) закономірностей (Абдеев, 1994).

Оскільки системні інваріанти характеризуються підвищеною просторово-часовою стабільністю, більшість процесів, котрі їм притаманні, мають урівноважений (квазістатичний) характер. Це процеси, за яких система нескінченно повільно проходить безперервний ряд нескінченно наближених урівноважених станів. Тобто це процес, який не порушує квазірівноваженості територіальної системи. Оскільки сукупність різноманітних процесів у будь-якій територіальній системі надзвичайно велика, то можна

говорити про узагальнений стан квазірівноважених процесів, котрий повинен відповідати вимогам квазірівноваження системи (Петлін, 2018).

Інваріанти територіальних систем – явище мінливе. Вони закономірно еволюціонують у межах конкретних територіальних утворень. Загалом, еволюційні процеси сприймають як:

- передачу інформації, або порядку, яка міститься в енергіях випромінень різного виду, іншому носію або структурам щільної матерії (Арманд, Люри, 1999);
- закономірний, поступальний рух, спрямований на досягнення дуальної мети – ускладнення структури зв'язків територіальної системи й збереження в гармонійному стані відповідної ділянки географічної оболонки (Петлін, 2010).

Щодо конкретно системних інваріантів, то тут еволюційні процеси проявляють себе як закономірний рух інформації між структурами інваріанта та дотичними системними інваріантами, що призводить до ускладнення внутрішніх зв'язків.

Сукупність еволюційних процесів у системах та їх інваріантах призводять до виникнення ефекту розвитку. Сам процес розвитку сприймають як:

- цілеспрямоване накопичення інформації з наступним її впорядкуванням, структуризацією (Абдеев, 1986);
- взаємодії стану функціонування; вихідного (сучасного), ідеального (принципово-можливого) й необхідного (практично здійсненого) (Ганущак, Тарасюк, 2019).

Спираючись на ці визначення, можемо записати, що процеси розвитку в інваріантах природних територіальних систем є цілеспрямованою якісною мінливістю структури інваріантів, що призводить до руйнування наявного та виникнення закономірно наступного інваріанта.

Взаємодіюча сукупність закономірних процесів у територіальних системах і їх інваріантах обов'язково приводить до виникнення явища саморозкриття. Його сприймають як необхідну умову індивідуального зростання складності внутрішньої структури зв'язків, що є умовою безперервного поновлення міжсистемних зв'язків, а отже, саморозкриття є феноменом індивідуального розвитку систем й їх інваріантів. Загалом вважають, що процес саморозкриття – це еволюційний процес, який містить дві фази – фазу розвитку системи в межах певної форми й фази заміни форми розвитку – метаморфозу. Отже, еволюція має циклічний характер – форма–метаморфоз–нова форма. Стадія метаморфозу є «кризою старої форми розвитку» (Pushnoi, 2003).

Незважаючи на те, що, наприклад, явище саморозкриття значною мірою є внутрісистемним феноменом, це й подібні явища контролюються зовнішніми міжсистемними взаємозв'язками. Тут процес взаємодії системи

з навколишнім середовищем є послідовністю інформаційних процесів: накопичення, відбору, перетворення, передачі інформації про властивості (ознаки) окремих елементів і системи загалом (Шмальгаузен, 1968). Оскільки системні інваріанти є інформаційними утвореннями, таке визначення процесів міжсистемних взаємодій цілком відображає інваріантно-процесну ситуацію.

Набільшою усукупненою цілісністю характеризуються організаційні процеси. Вважають, що це процес створення порядку. У його межах відбуваються два взаємодоповнювальних процеси: 1) створення порядку (безпосередньо організаційний процес); 2) руйнування порядку (дезорганізаційний процес) (Маца, 2008). Така єдність протилежностей є ілюстрацією відомого філософського закону (закон боротьби і єдності протилежностей), оскільки без руйнації неможливе творіння. При цьому результатна таких протилежних процесних дій завжди є просуванням за зростаючим удосконаленням.

Отже, процесуальним характером організації системи є їх перебування в безперервному процесі становлення й отримання нових властивостей (Сетров, 1971). При цьому такі нові властивості не хаотичні, а мають строгу підпорядкованість, по-перше, наявній функціональній ситуації (функціональним властивостям її системного оточення), а по-друге – загальним тенденціям розвитку (еволюції) певної ділянки географічного середовища. Окрім того, процесуальний характер організаційного розвитку природних територіальних систем контролюється їхніми інваріантними якостями. Як наслідок такої інваріантної діяльності самі інваріанти перебувають під спрямованим впливом процесів, що викликають оновлення системних властивостей. Такі впливи надають самим системним інваріантам додаткових якостей, спрямованих на адекватний контроль за динамічною організованістю територіальних утворень.

Оскільки інваріанти територіальних систем є інформаційними утвореннями, то вони насамперед сприймають процеси еколого-інформаційні, які складають закономірні зміни або спрямоване підтримання, станів чи фаз природних територіальних систем під дією інформаційних зовнішніх сигналів і кодів (Петлін, 2013). Такі інформаційні явища спроможні відчувати контрольні й корегувальні впливи з глибокої організованості ландшафтної сфери. Це надає їм значної стабільності, а отже, і стабільного адекватного щодо зовнішнього середовища підтримання територіально-системних інваріантів.

Загальним наслідком глибинно-керованої організованості систем є існування організаційних гармонійних процесів. Процес є таким, якщо спрямований на досягнення в природних системах гармонійної впорядкованості. При цьому сама гармонійна впорядкованість тісно пов'язана з упорядкованістю загальною, тобто це такий процес, який спрямований на досягнення в природних системах гармонійної закономірної мінливості їхніх станів (Петлін, 2019). При цьому роль системних інваріантів є пріоритетною,

оскільки саме вони забезпечують системам закономірну стабільність мінливості станів. Тобто обмежують їх станову коливальну активність.

Міжсистемна інваріантно залежна організованість природних територіальних систем відповідає явищу інтерактивності. Процеси вважають інтерактивними (від лат. *inter* – проміж, посеред і *actio* – дія, діяльність), які, неначе зв'язуюче тло, утримують складну ієрархізовану систему в просторово-часовій стабільності. Водночас такі процеси характеризуються чіткими видовими особливостями. Насамперед вони належать до стохастичних. Їхня поведінка не детермінована, і наступні стани системи описуються як величини, що можуть бути передбачені, ніби випадкові. Проявляється вона в тому, що між параметрами процесів, які протікають у ландшафті, немає строго детермінованого функціонального зв'язку. Так, два процеси можуть бути пов'язані та взаємодіяти між собою, але протікання одного процесу (наприклад прогрівання приповерхневого шару ґрунту) не визначає жорстко й однозначно іншого процесу (наприклад випаровування вологи ґрунтом) (Гродзинський, 2014). Попри те, що інтерактивні процеси в територіальних системах спрямовано діють як стабілізувальний чинник, їх стохастичність надає цьому явищу певної невизначеності, що аж ніяк не применшує їх важливості. Оскільки саме це надає їм гармонійності. Отже, інтеракційні гармонійні процеси поєднують гармонійні складові ієрархічно нижчих систем до єдиного гармонійного цілого в ієрархічно вищій системі й так утримують усю ієрархічну конструкцію, а відповідно – і системні інваріанти в стабільному стані (Петлін, 2019). До того ж, оскільки більшість процесів у територіальних системах стохастичні (властивість, зумовлена ймовірнісним характером процесу, явища, у становленні якого значну роль відіграє випадковість; полярне поняття відносно динамічності як властивості, що має однозначну детермінацію, Сетров, 1975), то стохастичністю відзначаються й інтерактивні гармонійні процеси.

Сукупність різноманітних процесів характеризується наявністю ефекту поля, тобто процесне поле природних територіальних систем – це взаємодіюча сукупність зв'язків у межах будь-яких територіальних систем і їхнього безпосереднього оточення, яке перебуває під корегувальним впливом цих систем. Характеризується просторовою й часовою мінливістю та інваріантністю. Таке процесне поле обов'язково має власний системний інваріант, котрий становлять інваріанти дотичних взаємодіючих територіальних утворень у межах цього поля. Такий інваріант характеризується підвищеною просторово-часовою стабільністю, оскільки підтримується не однією системою, а їх взаємодіючою сукупністю.

Отже, процесний інваріант загалом є сукупністю контрольованих зв'язками певних територіальних систем змін певної інтенсивності й протяжності (Петлін, 2006а). Процесний інваріант є коридором дозволеної

процесної інтенсивності. Перебування в ньому забезпечує системі (системам) нормальний гармонізований розвиток. Контролюється величина такого інваріанта сукупністю властивостей цілісних територіальних систем або їхніх структурних частин, у межах яких цей процес (процеси) відбувається.

Певними особливостями відзначаються процеси керування, що сприймаються як процес накопичення, передавання й перетворення інформації (Рабаданов, Раджабов, Гусейханов, 2014). Таке широке визначення створює ефект термінологічної розпливчастості. Оскільки саме явище керування – це вплив на об'єкт, систему (для переведення їх до нового стану або підтримання в певному заданному стані чи режимі), який вибраний із множини можливих дій, на основі наявної інформації й покращення функціонування об'єкта (Бобра, 2013), то безпосередньо процеси керування – це не будь-який вплив на об'єкти, а саме такий, який створює умови для переведення територіальної системи до найбільш оптимального в певній ситуації стану. Реально керівні процеси в природних територіальних системах є організаційно-керівними. Вважають, що вони складаються з управляючого об'єкта й управляючого суб'єкта (управляючої ланки), які замкнуті прямими й зворотними інформаційними зв'язками (Абдеев, 1986). Об'єктом управління (керування) є інваріанти територіальних систем разом з інваріантами дотичних територіальних утворень; суб'єктами – цілісні територіальні системи або їх внутрішня організованість.

Узагальнено сукупність процесів у територіальних системах, контрольованих їхніми інваріантними властивостями, створюють інваріантні гармонійні процеси, оскільки внаслідок пов'язаності із системними інваріантами характеризуються спрямованою стабільністю. Такі процеси є ускладненими гармонійними складовими де процес реалізується не лише між гармонійними явищами, процесами й механізмами, а й між ними та іншими складовими територіальної системи і її самою як функціональною цілісністю й спрямований саме на забезпечення функціональної цілісності структурних складових системи (Петлін, 2019).

Певними особливостями характеризуються в системах процеси саморегулювання. Оскільки явище саморегулювання – це здатність природних геосистем без утручання ззовні підтримувати свій стан, незважаючи на зміни зовнішніх факторів (наприклад збереження біогеоценозом певного рівня продуктивності в різні за погодними умовами роки). Саморегулювання здійснюється до тих пір, поки процеси в природних геосистемах не втрачають здатності нейтралізувати небажані впливи. Якщо захисні механізми виснажуються, система або руйнується, або змінюється її структура (Шищенко, Гавриленко, 2014). Отже, процеси саморегулювання виникають, коли на кожне відхилення виробляється адекватний йому керівний вплив, призначений для ліквідації цього відхилення. Це відбувається в достатньо вузькому діапазоні дозволених відхилень, в області

лінійних (переважно) закономірностей (Абдеев, 1986). Для будь-якої територіальної системи в кожен становий час існує певна сукупність взаємопов'язаних процесів саморегулювання. Поєднувальним чинником у цьому разі є інваріанти систем, які надають цим процесам спільної ознаки.

Найбільш процесно усукупнений життєвий процес. Вважають, що це діяльність, спрямована на постійне втілення й підтримку патерна організації системи. Життєвий процес слугує зв'язуючою ланкою між патерном і структурою (Капра, 2002). Будь-який життєвий процес у природних територіальних системах характеризується наявністю відповідного інваріанта, який таким чином через сукупність організаційно-системних процесів розкриває свою сутність. Отже, життєві системні процеси – це найбільш повне відображення інваріантних особливостей відповідних систем.

Оскільки територіальні системи завжди є відображенням багатьох становоформувань чинників, то їх часто сприймають як екогеодинамічні. Загалом екогеодинаміка – це динаміка взаємодіючих природних, соціальних і технічних об'єктів. Тобто в межах екодинаміки здійснюється аналіз екологічних відношень, відношень суспільство–природа (біосфера), суспільство–техніка, природа–техніка (Трансформація ландшафтно-екологічних процесів..., 2010). Тобто екодинамічні процеси – це комплексні процеси, які виникають унаслідок взаємодії процесів різноманітної природи. Часові цикли таких процесів, зберігаючи вихідну основу, одержують водночас нові амплітудно-частотні характеристики. Їх потрібно виявити, прогнозувати й ураховувати в процесі формування систем життєзабезпечення, регулювання екологічних ситуацій, розвитку господарських комплексів (Боков, 2005). Будь-які екогеодинамічні територіальні утворення характеризуються наявністю відповідних системних інваріантів. Такі інваріантні утворення ускладнюються певними суспільними або технічними явищами. Це створює для інваріантів умови за яких екогеодинамічні інваріанти мають підвищену стохастичність.

Взаємодіючі природні територіальні системи завжди характеризуються наявністю екотонів, тобто структур екотонної природи. Отже, природно-антропогенні чи антропогенні функціонально структуровані системи, утворені будь-якими взаємодіючими географічними системами, яка характеризується властивостями мембранності та виконує індикаційні (зокрема попереджувальні), захисні, стримувальні тощо функції (Петлін, 2016в). Процеси геоекотонізації – це процеси, які, накладаючись і взаємодіючи між собою, утворюють більш складний інтегрований процес формування сучасної структури ландшафтного простору (Бобра, 2010). Такі геоекотонні системи обов'язково мають стабілізувальний інваріантний ефект, який унаслідок його підтримання декількома системами має значну просторово-часову стійкість.

9. ІНВАРІАНТНО-СИНЕРГЕТИЧНІ ЕФЕКТИ В ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Поняття «синергетика» й «синергетичний» на сьогодні вже набули класичних тобто типових ознак. Синергетику (від грец. *συνεργός* – спільна дія; термін запропонував у 1973 р. Г. Хакен) унаслідок широкого наукового застосування сприймають із певними розбіжностями, наприклад:

- науково-філософський принцип, що розглядає природу, світ, як самоорганізовану комплексну систему (Хакен, 1980, 1985; Пригожин 1980, 1983; Курдюмов, Малиновский, 1983);
- науковий напрям, який вивчає зв'язки між елементами структури (підсистемами), що утворюються у відкритих системах (біологічних, фізико-хімічних та ін.) завдяки інтенсивному (потоківому) обміну речовиною й енергією з навколишнім середовищем у неврівноважених умовах. У таких системах спостерігаємо узгоджену поведінку підсистем, унаслідок чого зростає ступінь їх упорядкованості, тобто зменшується ентропія (самоорганізація). Ґрунтується синергетика на термодинаміці неврівноважених процесів, теорії випадкових процесів, теорії нелінійних коливань і хвиль (Советский энциклопедический словарь, 1981);
- міждисциплінарний напрям наукових досліджень, завдання якого полягає у вивченні природних явищ і процесів на основі принципів самоорганізації систем (які складаються з підсистем). «...Наука, яка займається процесами самоорганізації й виникнення, підтримання, стійкості та розпаду структур найрізноманітнішої природи...» (Данилов, Кадомцев, 1983);
- міждисциплінарна область дослідження кооперативних процесів самоорганізації й самодезорганізації в різних системах, зокрема в живих (наприклад у популяціях). Поняття та образи синергетики насамперед пов'язані з оцінкою впорядкованості поведінки: просторовими кореляціями, параметрами порядку, взаємними координаціями (синхронізаціями) підсистем, ентропією. Моделі синергетики – це моделі нелінійних неврівноважених систем, які перебувають під дією флуктуацій (Дедю, 1990);
- конкретна, передусім фізико-математична, дисципліна, у межах якої здійснюються дослідження широкої, але досить феноменологічно обмеженої групи нелінійних рівнянь певними аналітичними методами (Лоскутов, Михайлов, 1990; Чернавский, 1990; Николис, Пригожин, 1991; Хакен, 1991; Пригожин, Стенгерс, 2000);
- це не лише своєрідний синтез багатьох конкретно-наукових методів дослідження, методологічних систем, теоретичних побудов, а й

- переведення їх до нового виміру постнекласичної науки, що відображено у формуванні відповідного категоріального апарату (Акулинин, 1990);
- загальна теорія самоорганізації в середовищах різної природи (Loskutov, 1995);
 - парадигма – система ідей, принципів, образів, уявлень, із яких, можливо, із часом виросте фундаментальна наукова теорія, або загальнонаукова теорія, або навіть світобачення (Аршинов, Войцехович, 2003);
 - низка вузьконаукових теорій (у фізиці, хімії, біохімії, природознавстві, соціології, психології та інших науках), що об'єднані ідеями нелінійності, відкритості, перехідності, неврівноваженості процесів, котрі відбуваються в системах (Трубецков, 2003);
 - загальнонаукова теорія, яка ще лише складається, тобто як теорія дисипативних структур (за Пригожиним), або теорія систем, що самоорганізуються (за Хакеном), або теорія перехідних процесів, взаємоперетворення хаосу й порядку та ін. (Николис, Пригожин, 2003);
 - нове світобачення, яке переборює панівні в наукових колах думки й створює нове мислення, котре ґрунтується на перехідних, нестабільних, фрактальних формах й образах (Капица, Курдюмов, Малинецкий, 2003);
 - теорія самоорганізації (у просторі та часі) складних нелінійних неврівноважених дисипативних відкритих систем. Цим утворенням цілком відповідають і природні територіальні системи у всій своїй різноманітності, морфологічній складності та ієрархічному підпорядкуванні (Петлін, 2005 б);
 - галузь наукових досліджень, метою яких є виявлення загальних закономірностей у процесах утворення, стійкості й руйнування впорядкованих часових і просторових структур у складних нерівноважених системах різної природи (фізичних, хімічних, біологічних, екологічних та ін.) (Основи стійкого розвитку, 2005);
 - наука, яка вивчає загальні закономірності утворення й руйнування впорядкованих структур у будь-яких неврівноважених системах (Позаченюк, Панкеева, 2008);
 - міждисциплінарний науковий напрям, котрий вивчає процеси самоорганізації складних систем (Кочубей, 2009);
 - синергетика – дуже умовна прохідна термінологія, яка не таїть у собі жодного змісту (Сулакшин, 2010);
 - галузь науки, яка досліджує закони самоорганізації та еволюції дуже нерівноважених відкритих систем, що перебувають у стані несталості (Основи природознавства, 2014).

Отже, узагальнено синергетику сприймають як науково-філософський принцип, а також науковий напрям, котрий вивчає зв'язки між елементами структури (підсистемами), які утворюються у відкритих системах, спрямованої на вивчення природних явищ і процесів на основі принципів самоорганізації систем; образи синергетики насамперед пов'язані з оцінкою впорядкованості поведінки: просторові кореляції, параметри порядку, взаємна координація (синхронізація) підсистем, ентропія; узагальнено це загальна теорія самоорганізації в середовищах різної природи; теорія дисипативних структур (за Пригожином), або теорія систем, що самоорганізуються (за Хакеном), або теорія перехідних процесів, взаємоперетворення хаосу й порядку та. ін. (Николис, Пригожин, 2003).

Отже, синергетика охоплює головні явища організованості природних систем. Реалізуються синергетичні явища через синергетичні (синергічні) ефекти. Такими вважають:

- зростання ефективності діяльності в результаті інтеграції, злиття окремих частин до єдиної системи за рахунок так званого системного ефекту (емерджентності) (Борисов, 2003);
- синергетичний ефект, або, за Г. Хакеном, синергія, дуже наближена до ефекту емерджентності, але не тотожна їй. Тут взаємодіють відносно прості елементи, які утворюють функціональну когерентну єдність. Постає навіть запитання: чи така єдність є системою? Умови виникнення синергетичного ефекту: наявність сукупності елементів; їх просторова наближеність; функціональний зв'язок; функціональна наближеність за інтенсивністю, спеціалізацією, метою тощо; узгодженість у функціонуванні; доцільність появи (Петлін, 2013);
- проявляється в тому, що реакція ландшафту на дію одного процесу більша, коли цей процес взаємодіє з іншим (Гродзинський, 2014).

Отже, синергетичний ефект реалізує підвищення ефективності взаємодіючих систем, компонентів тощо під дією емерджентного контролю. Як наслідок, у територіальних системах утворюються системопідтримувальні зв'язки та процеси на рівні їхньої функціональної цілісності, а відповідно – й інваріантної визначеності. Отже, синергетичні ефекти спрямовано підвищують ефективність інваріантного контролю за організованістю природних систем. Найбільша роль при цьому належить структурним складовим систем. Тут виникає синергетичний структурований ефект, який проявляється як взаємодія системно структурованих компонентних складових, яка призводить до виникнення структурованого синергетичного ефекту з появою відповідної системно-структурованої когерентності. Як наслідок, з'являється стабілізована системна територіальна якість з наявністю стабілізованих емерджентних властивостей (Петлін, 2013). Загалом, структурно-функціональна організованість природних територіальних систем є показником їх програмованої внутрі- й міжсистемної активності.

Наявність у цій мінливості структурно-синергетичного ефекту надає цій активності просторово-часової стабільності.

Сукупність синергетичних ефектів у територіальних утвореннях сприяє появі своєрідного синергетично-інваріантного ефекту у вигляді взаємодіючої єдності різноманітних взаємодіючих інваріантних складових, сукупна дія яких характеризується не лише підвищеною інваріантною стабільністю, а й підвищеною ефективністю.

Така ефективність сприяє появі в інваріантно контрольованих властивостях систем сукупності синергетичних впливів, які спрямовано підтримують системи в інваріантно-програмованому коридорі мінливості. Загалом, синергетичний вплив сприймають як посилення або послаблення впливу одного чинника за наявності іншого. У разі такого сукупного комплексного впливу кількох чинників загальний ефект виявляється іншим, ніж якби вони діяли кожен окремо (Мусієноко, Серебряков, Брайон, 2002). Відповідно інваріантно-синергетичний вплив характеризується усукупненим підвищеним організаційно-системним ефектом, дія якого поширюється не лише на певну територіальну систему, а й на дотичні територіальні утворення.

На противагу синергетичним явищам, у природних системах завжди присутні асинергетичні у вигляді часткової або повної втрати ними координації між структурними складовими. Явище асинергії доволі часто фіксується в процесі функціонування природних територіальних систем, наприклад, у період надходження надлишкової сонячної радіації до територіальних утворень, надлишкових опадів тощо. Вихід зі стану асинергії здійснюється за спільними зусиллями систем і їхніх функціональних оточень, тобто це механізм синергетичний. Ефект асинергії притаманний також організаційним залежностям у системних інваріантах. Тут він діє як синергетична протилежність, яка певним чином урівноважує дію синергетичних явищ, зв'язків і процесів. Це прояв загальних асиметричних організаційно-системних залежностей. Безпосередньо в організованості системних інваріантів асинергетичні явища, зв'язки та процеси не лише виконують функції, протилежні синергетичним, а й характеризуються стримувальними (обмежувальними) організаційними завданнями, котрі надають системним інваріантам просторово-часової стабільності на фоні безперервних зовнішніх мінливостей. Отже, інваріантно-асинергетичні явища – це сукупність зв'язків і процесів у межах інваріантної організованості територіальних систем, які характеризуються асиметрично-синергетичними функціями, спрямованими на підвищення стабільності цих інваріантів.

Відповідно до системно-синергетичної парадигми, сукупність структурних складових територіальних систем обов'язково повинна відповідати системним емерджентним властивостям. Це властивість територіальних утворень, які завдяки ним спрямовано структурують своє й навколишнє функціональне (екологічне) середовище, як і середовище системоформу-

вальних компонентів. Така емерджентна структура характеризується не лише взаємозв'язками, а й наявністю індивідуальних структурно-функціональних спеціалізацій (спрямована спонтанна діяльність територіальної системи на досягнення певної, зазвичай генеральної, мети), наприклад збереження інваріантних особливостей, сприйняття зовнішніх інформаційних імпульсів, вироблення зворотних реакцій-відповідей, захисно-мембранної тощо (Петлін, 2013). Положенням цієї парадигми цілком відповідають інваріанти природних територіальних систем.

Отже, синергетичні положення щодо природних територіальних систем такі (Петлін, 2013):

- 1) досліджувані системи складені з декількох або багатьох однакових чи різнорідних частин, які перебувають у взаємодії одна з одною, що спричинює виникнення синергетичного ефекту або сукупності синергетичних ефектів, які можуть бути взаємопов'язаними й взаємозалежними;
- 2) ці системи нелінійні; нелінійністю відзначаються й синергетичні ефекти в них;
- 3) розглядаючи територіальні системи, вважаємо, що йдеться про системи відкриті, далекі від теплової рівноваги, унаслідок цього сукупність притаманних їм синергетичних ефектів одержує контрольні ознаки;
- 4) цим системам властиві внутрішні й зовнішні коливання, відтак сукупність притаманних їм синергетичних ефектів має коливальний характер прояву (інтенсивності);
- 5) з причини закономірного розвитку територіальні системи стають нестабільними, що призводить до виникнення специфічних умов (станів) прояву синергетичних ефектів;
- 6) унаслідок реалізації якісних змін у територіальних системах, з'являються інші інваріантні умови, котрі характеризуються якісно новою сукупністю синергетичних ефектів;
- 7) поява в територіальних системах нових емерджентних якостей призводить до встановлення нових умов виникнення сукупності синергетичних ефектів;
- 8) виникнення просторових, часових, просторово-часових (функціональних) структур призводить до реалізації сукупності синергетичних ефектів на міжструктурному рівні;
- 9) така структурна організація, зокрема щодо реалізації сукупності синергетичних ефектів, обов'язково відповідним чином упорядкована й контрольована, а умовно хаотичні явища виникають переважно на стадії реалізації біфуркаційних явищ;
- 10) у багатьох випадках можлива математизація. Отже, окреслюється специфічна дослідницька ніша саме синергетики територіальних систем.

Щодо конкретно інваріантів природних територіальних систем, то такі синергетичні положення матимуть такий вигляд:

- 1) інваріанти територіальних систем складені з декількох або багатьох однакових чи різнорідних частин, які перебувають у взаємодії одна з одною, що спричиняє виникнення синергетичного ефекту або сукупності синергетичних ефектів, які є взаємопов'язаними та взаємозалежними й характеризуються емерджентними властивостями;
- 2) ці інваріантні системи нелінійні, відповідно нелінійністю відзначаються й синергетичні ефекти в них, водночас інваріантно-синергетична нелінійність обмежена загальною інваріантно-системною стабільністю;
- 3) інваріанти територіальних систем, відкриті утворення, далекі від теплової рівноваги, унаслідок цього сукупність притаманних їм синергетичних ефектів одержує контрольні ознаки, контрольовані інваріантами дотичних територіальних утворень;
- 4) системним інваріантам властиві внутрішні й зовнішні коливання, відтак сукупність притаманних їм синергетичних ефектів також має коливальний характер прояву (інтенсивності), який обмежується інваріантною стабільністю;
- 5) з причини закономірного розвитку інваріанти територіальних систем стають нестабільними, що призводить до виникнення специфічних умов (станів) прояву синергетичних ефектів у вигляді безперервного їх розвитку, контрольованого як мінливістю індивідуальних систем, так і мінливістю дотичних територіальних утворень;
- 6) унаслідок реалізації якісних змін у територіальних системах з'являються інші інваріантні умови, які характеризуються якісно новою сукупністю синергетичних ефектів;
- 7) поява в територіальних системах нових емерджентних якостей призводить до встановлення нових умов виникнення сукупності інваріантних синергетичних ефектів, які підпорядковані цим новим емерджентним властивостям і водночас діють у напрямі їх спрямованої мінливості;
- 8) виникнення просторових, часових, просторово-часових (функціональних) інваріантних структур призводить до реалізації сукупності синергетичних ефектів на інваріантно-міжструктурному рівні, що спричиняє залежну кореляцію загальної системно-функціональної мінливості;
- 9) така інваріантно-структурна організованість, зокрема щодо реалізації сукупності інваріантно-синергетичних ефектів, обов'язково відповідно впорядкована й контрольована, а умовно хаотичні явища виникають переважно на стадії реалізації біфуркаційних явищ;
- 10) у багатьох випадках можлива математизація. Отже, окреслюється специфічна дослідницька ніша саме інваріантної синергетики територіальних систем.

10. СТОХАСТИЧНІ ЯВИЩА В ОРГАНІЗОВАНІСТІ СИСТЕМНИХ ІНВАРІАНТІВ

Загалом поняття «стохастичність» сприймається як властивість, зумовлена ймовірнісним характером процесу, явища, у становленні якого значну роль відіграє випадковість; полярне поняття щодо динамічності як властивості, що має однозначну детермінацію (Сетров, 1975). Вважають, що, наприклад у теорії ймовірності, стохастична система має один стан, який визначається випадковим чином та має випадковий розподіл ймовірностей або шаблон, завдяки якому може бути проведений статистичний аналіз, але результат не може бути передбаченим точно. У зв'язку з цим, він може бути класифікований як недетермінований (тобто «випадковий»). Отже, подальший стан такої системи визначається як ймовірнісний. (Кас & Logan, 1976; Nelson, 1985).

Будь-які природні територіальні системи відзначаються як організаційною спрямованістю й навіть програмованістю, так і ймовірнісним характером мінливості. Таке поєднання надає їм просторово-часової стабільності й, відповідно, стійкості.

Загалом, поняття «ймовірність» сприймають як:

- науковий вираз закону реалізації можливості подій (Ешби, 1959);
- міру можливості виникнення того або іншого явища, факту, події, тобто щільність появи події або реалізація ймовірностей, перехід можливого до дійсного (Сетров, 1975);
- міру можливості виникнення яких-небудь випадкових подій за тих чи інших умов, здатних повторюватися безліч разів – це також властивість параметрів системи залежати від випадкових факторів, що можуть виникати з різною мірою ймовірності (Основи стійкого розвитку, 2005);
- те саме, що й можливість (Великий тлумачний словник...2005).

Безпосередньо ймовірнісні процеси визначаються за типом статистичної ймовірності. Інколи такий підхід має назву Монте-Карло.

За класичного підходу статистичну ймовірність сприймають так:

нехай n – кількість усіх випробувань в окремій серії випробувань, а m – кількість тих випробувань, у яких відбулася подія A .

Статистичною ймовірністю події A називається границя, до якої наближається відносна частота $\frac{m}{n}$ події A за необмеженого збільшення числа всіх випробувань, тобто

$$P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{m}{n}$$

Стохастичність мінливості в територіальних системах насамперед реалізується у вигляді стохастичних процесів як набір випадкових величин,

який залежить від параметра або аргумента. В аналізі часових рядів цим параметром є час. Формально він визначається як сукупність випадкових величин Y , проіндексована часом t . У стохастичному процесі для кожного значення Y і t має заданий розподіл імовірностей. Прикладом стохастичного процесу в природних територіальних системах може бути ранкова мінливість складності їхньої внутрішньої структури за температурними показниками верхнього п'ятисантиметрового прошарку ґрунту (рис. 10.1).

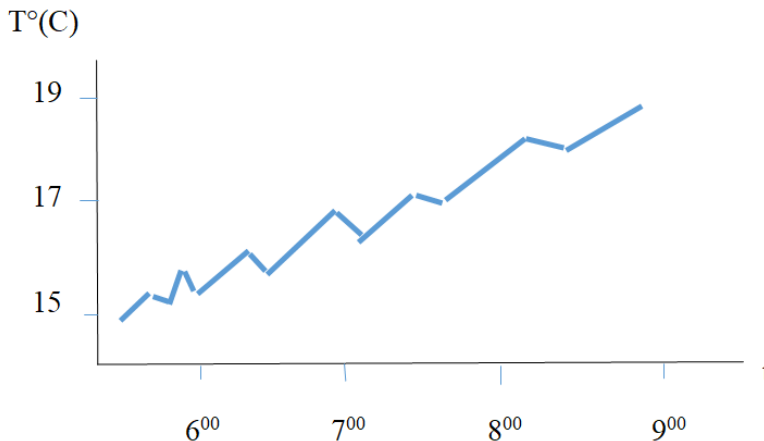


Рис. 10.1. Приклад стохастичного процесу в ландшафтній фації (ранкова мінливість температури верхнього п'ятисантиметрового прошарку ґрунту)

Оскільки будь-яка мінливість у територіальних системах має стохастичні ознаки, стохастичністю відзначаються й мінливості в межах їхніх інваріантів. При цьому інваріантна стохастичність завжди обмежена певними інваріантними рамками. При цьому чим більший спектр стохастичної мінливості визначений рамками інваріантного обмеження, тим більше стійкою до зовнішніх флуктуаційних впливів є система.

Загалом, стохастичні процеси поділяють на стаціонарні й нестаціонарні.

Стаціонарний стохастичний процес – це той, який за розподілу ймовірностей більш-менш постійно змінюється впродовж певного періоду часу. Іншими словами, серія чисел може виглядати (і бути) хаотичною, але набувати значення в обмеженому діапазоні. Завдяки цій інформації можна створити моделі, які намагаються передбачити змінну. Саме стаціонарні стохастичні процеси характерні для інваріантів природних територіальних систем.

Нестаціонарний стохастичний процес – це процес, розподіл імовірностей якого змінюється не постійно. Іншими словами, якщо серія чисел веде себе абсолютно хаотично, то ми могли б сказати, що вона є випадковою, а не нерухомою. Такий стохастичний процес виникає в інваріантній мінливості

територіальних систем під час їх перебування на стадії самоорганізації – коли система прямує до якісного розвитку, тобто руйнування й виникнення на її місці іншого (або інших) територіального утворення. Невідповідність «старої» інваріантної мінливості із зароджувальною призводить до появи мінливісних хаотичних ефектів, які трактують як нестационарну стохастичність.

Оскільки інваріантна мінливість територіальних систем перебуває під безперервним впливом дотичних систем, то тут виникає явище стохастичного резонансу. Його сприймають як підсилення періодичного сигналу під впливом білого шуму певної потужності (білий шум – стаціонарний шум, спектральні складові якого рівномірно розподілені за всім діапазоном діючих частот. У природі «чистого» білого шуму, тобто такого, який має однакову спектральну потужність на всіх частотах, не трапляється, оскільки він би мав нескінченну потужність, водночас у якості білого шуму сприймають будь-які шуми, спектральна щільність яких однакова або незначно відрізняється в наявних діапазонах частот – Вентцель, Овчаров, 1991). Він є універсальним явищем, котре притаманне нелінійним системам (зокрема природним територіальним), які перебувають під зовнішнім впливом водночас хаотичного й слабoperіодичного. Загалом, поняття «стохастичний резонанс» запропоновано в 1981 р. у статті Бенці, Сутера й Вульпіані, де автори дослідили періодичність виникнення льодовикових періодів і виявили підсилення слабкого сигналу за накладання шуму. У 1983 р. це явище досліджено в тригері Шмітта й потім відкрито в багатьох фізичних, хімічних і біологічних системах.

Загалом, явище шуму не лише руйнує наявні системи, а й забезпечує синтез якісно нових систем (Арманд, 1988). Тобто це певним чином стабілізаційний механізм системної організованості. Як такий він повинен мати відображення у функціональній структурі територіальних інваріантів. А оскільки така структура залежить від особливостей дотичних територіальних систем, то певну організаційну роль відіграє й стохастичний резонанс.

Для прикладу розглянемо будь-яку природну територіальну систему, яка характеризується дисипацією. Під дією досить потужного зовнішнього впливу система може перейти до іншого стану. Якщо такий зовнішній вплив періодичний, то система також періодично переходить з одного стану до іншого. Водночас недостатній за потужністю вплив не здатен викликати відгуку системи й переведення її до іншого стану. Отже, ефективність стохастичного резонансу щодо інваріантів територіальних систем залежить від ефективної потужності зовнішнього на них впливу (впливу від дотичних територіальних утворень). При цьому, якщо зовнішній вплив неконтрольований (шум), то система хаотично буде «поневірятися» між можливими станами й через певний час середня величина якого

залежить від потужності шуму, буде спроможна перестрибнути з одного стану до іншого. Динаміка таких стрибків буде невпорядкованою. Це явище в територіальних утвореннях спостерігаємо на стадії їх перебування в біфуркаційному пошуку.

Тут роль шуму полягає в тому, що сумарний ефект підпорогового й хаотичного впливу отримує організаційну реалізацію. Саме підпорогове періодичне збурення не спроможне перекинути систему до іншого стану, водночас шум надає таку можливість, забезпечуючи виникнення в системі критичного стану. Як наслідок, у відгуку системи з'являється періодичність, яка визначається саме слабким періодичним впливом.

Отже, умови для виникнення стохастичного резонансу в системах загалом і в їх інваріантах зокрема такі:

- система повинна бути нелінійною, оскільки інакше відгук системи на сумарний вплив буде лише сумою відгуків і не призведе до нових ефектів;
- система повинна мати щонайменше два стабільні або метастабільні стани.

Відповідно до сказаного, виникнення стохастичних явищ в організованості інваріантів природних територіальних систем забезпечується наявністю в них саме такої можливості. Насамперед це можливість як напрям розвитку присутній у кожному явищі життя системи; виступає і в якості наступного, і в якості того, що пояснює, тобто як категорія. Поняття «можливість» розробляв ще Арістотель. На сьогодні його сприймають як філософське поняття на протигагу неможливості, що відображає об'єктивно наявний і внутрішньо зумовлений стан у його незавершеному, потенційному розвитку. Мірою можливості є ймовірність. Можливість, для реалізації якої є всі достатні умови, урешті, перетворюється на дійсність (Категорії діалектики, 2012).

Постає запитання: якими можливостями в ракурсі стохастичної мінливості характеризуються інваріанти природних систем? Ними є:

- переведення контрольованої системи не до будь-якого стану, а до такого, який перебуває в коридорі можливих інваріантних змін;
- узгодження стохастичних явищ між дотичними системними інваріантами (інваріантами дотичних територіальних систем);
- інваріантне обмеження проявів стохастичних явищ в організованій мінливості територіальних систем.

Оскільки стохастичність у територіальних утвореннях значною мірою перегукується з явищем випадковості, то варто розглянути їх взаємозалежність.

Поняття «випадковість» сприймають як:

- явище, факт, що виникають без будь-якого внутрішнього зв'язку з чим-небудь, нічим не зумовлені (Симпсон, 1948);

- непередбачені несподівані обставини, що раптово виникають (Фило-софская енциклопедия, 1970);
- випадковість нерозривно пов'язана з розумінням того, що випадок як явище не можна розглядати у відриві від необхідності (Садовский, 1974);
- випадковість може бути двох типів. По-перше, невизначеність, хаос, неупорядкованість, пов'язані зі зростанням ентропії та наближенням ізольованої системи до рівноважного стану. У цьому випадку система – внутрішньо випадкова, тип імовірності – безперервний, тобто вона набуває будь-яких проміжних значень від нуля до одиниці. Тут природа імовірності об'єктивна – вона відображає не міру наших незнань про структуру, а внутрішню властивість системи. По-друге, стохастичність (випадковість, імовірність) у неізольованій системі може бути пов'язана з нестійкістю зовнішнього впливу. Вплив середовища змінюється за величиною й напрямом як у часі, так і в просторі. Якщо середовище стабільне – еволюція сповільнюється або припиняється. При цьому пізнавана випадковість значною мірою суб'єктивна (Соколов, 2002);
- категорія, що позначає тимчасові, несуттєві, одиничні зв'язки між явищами об'єктивної дійсності (Великий тлум. словник, 2004).

Отже, випадковість – це випадкове явище, яке сприймається як категорія, що позначає незалежність від внутрісистемних зв'язків, імовірнісну природу явища на фоні нестійких зв'язків із навколишніми системами й водночас залежну від необхідності, яка обов'язково приводить систему до певної мети. Головну роль у цьому процесі відіграють інваріанти систем, які й контролюють прояви випадковості.

Будь-яка випадковість характеризується певною величиною, яка набуває залежно від випадку тих або інших значень певної імовірності. Найважливішими характеристиками випадкової величини є математичне сподівання й дисперсія. Така величина може бути дискретною, значення якої становить дискретну множину числової прямої, або неперервною, множина можливих значень котрої суцільно заповнює деякий скінченний або нескінченний проміжок числової осі (Лопушанський, 2003). Оскільки контрольні механізми в організованості природних територіальних систем належать їхнім інваріантам, то й величини можливого прояву в них випадковостей також контролюються цими інваріантами. Насамперед це стосується випадкових системних процесів. Загалом, випадковий процес трактують як імовірносний або стохастичний – функція дійсного параметра t (який звичайно тлумачать як час), значення $\xi(t)$ котрої при кожному t є випадковими величинами. Випадковий процес описує еволюцію системи, стани якої в кожен момент часу залежать від випадку, причому визначено ймовірності тих або інших станів (Лопушанський, 2003).

Будь-яка територіальна система характеризується наявністю значної сукупності різноманітних процесів, серед них певну частку становлять випадкові. Кожен такий процес має певні інваріантно контрольовані обмеження, а їх сукупність – не представлена звичайною сумою, а є системно організованою, тобто вона значно переважає за впливом на організованість систем і їх інваріантів на таку суму. Контролювати таке явище спроможний лише механізм, який сам є системно-функціональною цілісністю й характеризується емерджентними ознаками. Таким є лише системна інваріантність. Реалізуються інваріантно-контрольні функції щодо сукупності випадкових процесів через систему відповідних зв'язків, які також можуть бути стохастичного характеру. Отже, загалом стохастичність зв'язку – це загальна закономірність організації складних територіальних систем (наприклад ландшафтних) узагалі і їх процесів зокрема. Проявляється вона в тому, що між параметрами процесів, які протікають у ландшафті, немає строго детермінованого функціонального зв'язку. Так, два процеси можуть бути пов'язаними й взаємодіяти між собою, але протікання одного процесу (наприклад прогрівання приповерхневого шару ґрунту) не визначає жорстко й однозначно іншого процесу (наприклад випаровування вологи ґрунтом) (Гродзинський, 2014). Стохастичні зв'язки значно більше поширене явище в організованості територіальних систем. Це пояснюється тим, що їх дія переважно менш відчутна й навіть не завжди системи на них реагують. Водночас ті з них, які спроможні вплинути на системно-функціональну мінливість систем, обов'язково контролюються їхніми інваріантами. Це дає змогу системам перебувати в стійких станах упродовж еволюційної мінливості.

Загалом, стохастичні системи, до яких належать і природні територіальні, репрезентують залежність між характеристиками котрих та їхніх зв'язків із зовнішнім середовищем не жорстко детермінована (функціональні, а статистичні, імовірнісні (Гродзинський, 1993). Водночас завдяки контрольним функціям системних інваріантів, ці стохастичні явища закономірно влітаються до інваріантно контрольованої системної організованості.

11. СТАБІЛІЗУВАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ ЯК СКЛАДОВА СИСТЕМНИХ ІНВАРІАНТІВ

- Поняття «стабільність» (від лат. *stabilis* – стійкий) має такі трактування:
- постійність характеру параметрів систем, яке існує невизначено довгий час. Стабільність забезпечується найчастіше постійним характером взаємозв'язків із зовнішнім середовищем (Сочава, 1963);
 - міра збереження системою своїх параметрів у певних межах, можливість існувати невизначено довгий час (Василевич, 1983);
 - інваріантність структури під час дії стабільного фактора (Шеляг-Сосонко, Крисаченко, Мовчан, 1991);
 - спроможність системи зберігати свою структуру й функціональні особливості під впливом внутрішніх чинників, наприклад продуктів обміну, що накопичуються (Реймерс, 1990);
 - синонім стійкості, інваріантності (Арманд, 1992);
 - стабільність (як і нестабільність) – часова процесуальна характеристика протікання процесу взаємодії системи із середовищем (Кочубей, 2005);
 - сума різноманітних стійкостей у часі (Мусієнко, 2006);
 - спроможність системи зберігати параметри, що контролюють стійкість у межах інваріантної структури за тісної взаємодії з середовищем (Петлін, 2013).

Отже, стабільність – це постійний характер внутрі- й зовнісистемних зв'язків, що забезпечує системам збереження інваріантних параметрів, зокрема функціональної структури впродовж тривалого часу. Стабільність найтісніше пов'язана з інваріантними властивостями територіальних систем – є їх просторово-часовим проявом. Саме це надає їй виняткової важливості в організованості систем.

Динамічний прояв стабільності реалізується в явищі стабілізації (англ. *stabilisation*, від лат. *stabilis* – стійкий, постійний), яке сприймають як зміцнення, укріплення, приведення системи в стійкий стан. Стабілізація забезпечує стійкість складним об'єктам. Саме тому стабільність геосистем трактують як їхню властивість зберігати стійкість впродовж тривалого часу (Одум, 1986).

Найчастіше використовують поняття пружної й резистентної стабільності. Пружна стабільність полягає в спроможності систем швидко відновлюватися після деструктивного навантаження. Резистентна – є здатністю перебувати в стійкому стані під навантаженням (Зербіно, Гжегоцький, 2005). Оскільки природні територіальні системи завжди ієрархічно ускладнені (завдяки взаємодії із сусідніми системами формують складні ієрархізовані конструкції), то виділяють стабільність ієрархічно ускладне-

них природних територіальних систем, яка представлена тривалим стійким характером параметрів і взаємозв'язків на фоні збереження інваріантної ієрархічно організованої структури за тісної взаємодії із середовищем (Петлін, 2018). Уважають, що стабільність ієрархічно ускладненої системи передбачає, наприклад, що зникнення певних складових територіальних систем компенсується їх виникненням. При цьому повного балансу між цими процесами не відбувається. Простежується переважання, то зникнення систем (поглинання однієї системи іншою), то їх появу (поділ однієї системи на декілька). Таке балансування кількісного складу ієрархізованої системи навколо повної рівноваги забезпечує їй стійкість і стабільність. Потрібно зауважити, що таке врівноважене балансування в межах ієрархізованої територіальної піраміди переважно забезпечується стабілізаційними діями внутрі- й міжсистемними інваріантами територіальних складових ієрархізованої конструкції.

Щодо стабілізувальних механізмів у територіальних утвореннях, то насамперед визначимось із самим поняттям «механізм». Його сприймають як:

- систему тіл, призначену для перетворення руху одного або декілька тіл у необхідний рух інших тіл (Філософський словник, 1986);
- певну сукупність логічних зв'язків, процедур, які визначають виникнення змін у тому чи іншому середовищі, що розвивається, тобто еволюціонує (Хорошавина, 2005).

Безпосередньо стабілізаційні механізми в природних територіальних системах контролюються їхніми інваріантними властивостями, тобто забезпечується своєчасне їх застосування й припинення дії. Такі механізми надзвичайно різноманітні. Зупинимось на аналізі декількох з них.

Механізм адаптаційний реалізує функції мінливості, наслідковості, відбору за збереження характерних ознак наявної системи, тобто в межах одного й того самого організму, екосистеми, фірми, держави (Мельник, 2006). Отже, основна функція механізму полягає в збереженні характерних ознак системи, що можна реалізувати лише за усебічного підтримування з боку відповідного системного інваріанта. Саме він, створюючи стабілізаційний фон функціональних вимог, надає системам можливість своєчасно адаптуватися до певних зовнішніх впливів.

Механізм блокувально-стримувальний дає змогу окремим структурним складовим систем значно відрізнитися за організаційною якістю. Якщо одна з них отримує вищу організаційну якість, то інші прагнуть отримати таку саму або наближену організаційну якість, або діють у напрямі зниження випереджаючої організаційної якості (Петлін, 2016б). Такий стабілізувальний механізм спрямовано забезпечує внутрісистемну функціональну врівноваженість на рівні її структурної організованості. Він спирається на складну міжструктурну залежність інваріантної внутрішньої стабільності систем, яка контролюється фоновим інваріантним впливом. Саме це надає

системам можливість реалізувати ефект міжструктурного коливання якостей функціональних параметрів у межах інваріантно окресленого коридору мінливостей.

Механізм від'ємного зворотного зв'язку зумовлений впливом енергії більш «високої якості» на енергію «низької якості». Це означає, що використання високоякісної енергії для підвищення впорядкування енергопотоків низької якості (тобто підтримання наявного гомеостазу системи) виправдано лише в тому випадку (за тими напрямками й у тому об'ємі), якщо сумарний результат від підвищення ефективності в системі більший від витрат на збільшення «якості» об'єму високоякісної енергії, що використовується з цією метою (Мельник, 2012). Такий енергозберігальний механізм завжди контролюється з боку фонового організаційного блоку, який повинен безперервно відслідковувати надходження до системи високоякісної енергії та її витрати. При цьому це відслідкування спирається на інформацію не лише про стан внутрісистемного інваріанта, а й на стан інваріанта міжсистемного (насамперед його складових, тобто інваріантів дотичних територіальних систем). Це надає системам можливість визначитись із можливими об'ємами надходження високоякісної енергії та з потребами її витрачання.

Механізм уключення резервних (сплячих) програм характерний для систем із розвинутим саморегулюванням. Сигналом для запуску програм слугує сильне відхилення стану системи від норми, що перевищує визначений для системи поріг і загрожує існуванню системи (Арманд, 1989). Тут самі резервні програми належать до функціонально-стабілізаційних. За сильного відхилення стану системи від інваріантно визначеної норми вмикається системний інваріант, який і запускає (сплячі) стабілізаційні програми. Більше того, він контролює час дії таких програм і вимикає їх за досягненням у системі інваріантно нормального стану.

Механізм гармонійного контролю гомеостазу системи є безпосередньою їхньою інваріантною сутністю. Він представлений у територіальних системах сукупністю односпрямованих процесів підтримання саморозвитку системи в положенні сукупності станів стійкої квазірівноваги та контролюючого гармонійного принципу, що надає системі можливість досягнути програмованої мети з витратами речовини й енергії незрівняно (на декілька порядків) менше рівня метаболізму системи, тобто її речовинно-енергетичного обміну з навколишнім середовищем (Петлін, 2019). Цей механізм спрямовано підтримує напрям і розвиток організованості системи в межах програмовано визначеного інваріантного коридору мінливості. Як наслідок, система не виходить за межі функціональної рівноваги й, більше того, вона витрачає при цьому щонайменше енергії. Інваріантний контроль за розвитком організованості територіальної системи слугує гарантією її перебування в стані внутрішньої та зовнішньої гармонії, насамперед

міжструктурних і міжсистемних взаємодій, що надає системі можливість безперешкодно досягти генеральної мети розвитку (полягає в забезпеченні відповідної ділянки ландшафтної сфери гармонійного стану).

Механізм гетерохронності взаємодіючих природних територіальних систем належить до міжсистемної просторово-часової стійкості й надійності, оскільки лише в такому випадку взаємодіючі системи здатні перебувати на різних еволюційних стадіях розвитку, що унеможливорює їхній одночасний якісний розвиток (трансформацію). Процеси гетерохронності значно ускладнюють адекватні контрольні дії як щодо цілісних систем, так і стосовно їх складових оскільки перебування компонентів, структур або навіть окремих цілісних систем на різних еволюційних стадіях у межах одного цілісного територіального утворення потребує диференційованого підходу щодо здійснення над ними контрольних функцій. Таке явище можна трактувати як гетерохронність гармонійної складової, яка може бути визначена як диференційованість контрольних і корегувальних функцій територіальних систем, спричинена перебуванням підконтрольних утворень на різних еволюційних стадіях (Петлін, 2019). Цей механізм передбачає наявність безперервного та жорсткого контролю з боку інваріантів територіальних систем. Сама гетерохронність у вигляді закономірності розвитку системи, яка полягає в нерівномірному, хвилеподібному характері розвитку окремих організаційних процесів як елементів геосистеми, так і взаємодіючих між собою геосистем, реалізується в тому, що різні частини однієї геосистеми або різні геосистеми ставляться до чинника часу по-різному. Деякі утворилися, наприклад, раніше; вони є навіть реліктовими, але існують тривало в монотонній шкалі часу (Черваньов, 2011). Механізм гетерохронності взаємодіючих природних територіальних систем належить до міжсистемної просторово-часової стійкості й надійності, контрольований міжсистемним інваріантом, оскільки лише в такому випадку взаємодіючі системи спроможні перебувати на різних еволюційних стадіях розвитку, що унеможливорює їх одночасний якісний розвиток (трансформацію).

Механізм демпфіруючий належить до компенсаційних, дія якого призводить до вимушеної роботи системи, спрямованої на зниження певних своїх параметрів унаслідок відповідного підвищення характеристик навколишнього середовища (Мельник, 2006). Поняття «демпфер» (нім. *dämpfer*, від *dämpfen* – «приглушувати») розуміють як пристрій для зменшення розмаху (амплітуди) механічних, електричних та інших коливань. Отже, головна функція демпферуючого механізму полягає в спрямованому зменшенні коливань у функціональних складових природних територіальних систем, які перебувають під дією навколишнього середовища. Така функція може бути реалізована в системах завдяки дії системно цілісного чинника у вигляді інваріанта, оскільки саме інваріант спрямовано здійснює керування процесами і явищами з метою утримування їх в інваріантно визначеному

коридорі мінливості. При цьому інваріант повинен відстежувати тенденції підвищення впливу на систему з боку навколишнього середовища.

Механізм еволюційно-трансформаційний представлений сукупністю закономірних процесів і процедур, які забезпечують адаптацію територіальної системи до мінливих внутрісистемних умов, викликаних безперервним зростанням складності внутрішніх зв'язків і, як наслідок, переходу системи на вищу стадію еволюційного розвитку (Петлін, 2013). Попри спрямованість переважно до середини, цей механізм забезпечується безперервним відслідкуванням ситуації в навколишньому середовищі, насамперед у поєднаних територіальних системах. Лише за такої умови кожна складова ієрархічно вищої системи спроможна забезпечувати її стабільність у просторі й часі. Безперервне зростання складності внутрісистемних зв'язків – закономірне явище, викликане зростанням у системі ентропії та вимушеним її міжструктурним нерівномірним перерозподілом. При цьому одного цього явища ще недостатньо для переходу системи до іншої стадії еволюційного розвитку. Потрібно, щоб відбулося виникнення такого явища під дією міжсистемної різниці у складності структури зв'язків. Роль відслідковування міжсистемної складності структури зв'язків належить інваріанту системи. Коли відбувається перетин порога відмінності таких показників, інваріант «дає зелене світло» для руху системи за еволюційними стадіями, знімаючи застереження.

Механізм інтенсифікаційний трактують як:

- компенсаційний механізм системи, пов'язаний із необхідністю діяльності системи, спрямованої на підвищення певних параметрів гомеостазу за зниження відповідних параметрів навколишнього середовища. У цьому випадку діяльність системи найчастіше пов'язана з додатковою активністю (інтенсифікацією) (Мельник, 2006);
- механізм, що генетично вирівнює скерований процес на повернення певної природної територіальної системи до вихідного стану, який діє як реакція на збурення системи, то реалізовує він це за допомогою, зокрема, інформаційної підтримки. Підтримка полягає в тому, що з навколишнього середовища продовжують надходити інформаційні сигнали й коди, котрі властиві системі в стані, у якому вона перебувала до збурення. Територіальна система вимушена пристосовуватися до такої інформації, бо та володіє контрольними функціями. Як наслідок, прискорюються регенеративні процеси (Петлін, 2017).

Реалізація механізму інтенсифікації значною мірою спирається на контрольню-відслідковувальні інформаційні коди, які належать інваріантам територіальних систем. Вимушене пристосування систем до зменшення впливу середовища, є необхідним заходом для підтримання квазірівноваги ієрархічно більш значущого системного утворення. Така ситуація завжди є тимчасовою, допоки на рівні міжсистемних взаємодій не відбудеться

урівноваження, де сукупна складність зв'язів з дотичними системами переважатиме складність внутрісистемних зв'язків.

Механізм інформаційного контролю гомеостазу являє собою процес підтримання стану стійкої рівноваги на основі ідеї або контролюючого інформаційного принципу, які дають змогу досягнути мети з витратами речовини й енергії, незрівняно (на декілька порядків) меншими від рівня метаболізму системи, тобто її речовинно-енергетичного обміну з навколишнім середовищем (Мельник, 2006). Реалізація цього механізму стає можливою завдяки наявності в територіальних системах фонового контрольного блоку у вигляді їх інваріантів. При цьому тут активно інваріанти задіюють інформаційний вплив на сукупність зв'язків між структурно-функціональними складовими систем. Завдяки можливості вибіркового впливу інваріанти здійснюють контроль над системним гомеостазом. Оскільки гомеостаз – це динамічна сталість середовища територіальних систем, яка характеризується сумою його станів, що задовольняють положенню рівноваги системи в просторі та часі, а також стійкість розміщення елементів і блоків системи в просторі та їх функціонування (набору змінних станів) у часі й спроможність зберігати в основних рисах свою структуру, характер зв'язків між елементами, функціонування, незалежно від зовнішнього впливу (Дьяконов, 1991), то інваріантно контрольований інформаційний контроль за гомеостазом є пріоритетною стабільністю природних територіальних систем.

Механізм керування є специфічною організованою формою руху матерії, яка закономірно виникла в процесі еволюції й полягає в цілеспрямованому багатоциклічному перетворенні інформації у взаємопов'язаних, замкнених зворотними зв'язками контурах і яка функціонально реалізовує як збереження стійкості керованого об'єкта, системи, так і розвитку, подальше підвищення рівня її організації (або створення нових структур) шляхом відбору й накопичення інформації (Абдеев, 1994). Оскільки головні контрольні важелі в територіальних системах належать їхнім інваріантам, то такий механізм переважно є саме його прерогативою. Використовуючи інформаційні зв'язки, інваріанти спрямовано контролюють, організовують і, відповідно, керують усіма функціонально-організаційними процесами в територіальних системах. При цьому така їхня діяльність цілеспрямована й узгоджена з функціональними особливостями дотичних територіальних утворень. Отже, інваріантно контрольовані механізми керування в природних територіальних системах – це головний їх організаційний блок, котрий забезпечує їхню просторово-часову стійкість й інваріантно обмежений еволюційний розвиток.

Механізм компенсаційної реакції системи демпфіруючий. Це механізм, за якого система вимушена працювати на зниження певних своїх параметрів унаслідок відповідного підвищення характеристик зовнішнього

середовища (Мельник, 2003). Він є зворотним до механізму безпосередньо демпфіруючого, а тому відіграє роль його стримувального блоку. Зниження функціонально-організаційних параметрів у системі відбувається під безпосереднім контролем із боку її інваріантних властивостей. Оскільки такі властивості для систем мають тотально-фоновий характер, інваріанти мають змогу реалізувати компенсаційні реакції на рівні як індивідуальних функціональних структур, так і на рівні цілісної системи. Зберігаючи міжсистемну рівновагу між характеристиками взаємообміну, демпфіруючий механізм компенсаційної реакції систем водночас є короткочасовою реакцією на виникнення аномального зовнішнього впливу, який інваріанти «вимикають» після встановлення рівноваги в міжсистемних взаємодіях.

Механізм компенсаційної реакції системи інтенсифікаційний, пов'язаний із необхідністю діяльності системи, спрямованої на підвищення певних параметрів гомеостазу за зниження відповідних параметрів зовнішнього середовища. У цьому випадку діяльність системи найчастіше пов'язана з додатковою активністю (інтенсифікацією) (Мельник, 2003). Механізм наближений до демпфіруючого. Водночас він чітко спрямований на стабілізаційні функції саме гомеостазу систем. Оскільки він є динамічною сутністю їхнього середовища, то ґрунтується на безперервному відстежуванні середовищних функціональних особливостей. Такі особливості характеризуються структурним різноманіттям (залежить від кількості дотичних територіальних систем), де кожна структурна складова характеризується значною індивідуальністю. Це значно ускладнює оптимальну дію компенсаційного механізму. Лише те, що він контролюється системним інваріантом, який має тісні зв'язки з інваріантом міжсистемним, що забезпечує механізму фоновий і безперервний контроль, дає змогу йому виконувати свою роль.

Механізм наявності функціональних стабілізувальних точок тяжіння для мінливих параметрів системи, що не дає змоги цим параметрам незворотно-хаотично «розбігатися». Тобто цей механізм стабілізує інваріантне геофізичне поле системи, примушуючи параметри коливатися навколо певних точок тяжіння їхньої функціональної мінливості (Петлін, 2007). Тут у якості інваріантного геофізичного поля розуміємо природне фізичне поле космічного й земного генезису, а також техногенні фізичні поля, що діють у межах літосфери, перетворені та розподілені нею (Оцінка техногенного впливу..., 2012), а також фізичні поля всіх видів, які діють у межах літосфери або на її границі з іншими «сферами», перетворені, акумульовані й розподілені під впливом її просторово-часової структури та властивостей (Петлін, 2016в). Неконтрольовані геофізичні параметри спроможні змінюватись у значних межах, що може привести до деградації функціональної структури територіальних систем. Для того, щоб цього не сталося, системи за допомогою інваріантних властивостей здійснюють обмеження можливої мінливості геофізичних полів, постійно повертаючи їхні кількісні показники до інваріантно визначеного коридору.

Механізм розведеної в часі передачі реакції системи на навантаження за її компонентним складом дає змогу ландшафтній системі реагувати на значне навантаження розведеними в часі окремими компонентними складовими, що забезпечує їй стабільний стан як цілісного утворення (Петлін, 2007). Це стає можливим, завдяки такій властивості інваріантного контролю за організованістю територіальних систем як поєднання в ньому загальносистемного й вибірково компонентного та структурного. Як наслідок, під інваріантним контролем значний зовнішній вплив передається поступово за низкою взаємопоєднаних компонентів або структур.

Механізм гармонізаційно-стабілізаційний представлений сукупністю спрямованих зв'язків і процесів, які визначають виникнення в системі та її середовищі, що розвиваються; змін, які спроможні привести стан системи і її середовища до квазігармонійного. Такі механізми явно використовують ефект зворотного зв'язку, за якого переважно використовуються інформаційні явища й енергії високої якості (Петлін, 2019). Спрямування гармонійних стабілізаційних процесів на організованість природних територіальних систем забезпечується за допомогою стабільного інваріантного контролю, котрий визначає кількість і якість необхідних змін та місце їх реалізації й протяжність дії. Використовуючи сукупність зворотних зв'язків, системні інваріанти контролюють відповіді (реакції) системи на дію чинника впливу через зміну параметрів свого стану (Martin, 1997).

Механізм гармонійний є гармонійно орієнтованою певною сукупністю зв'язків і процедур, які контролюють і корегують наявні стани систем і їхній розвиток (саморозвиток). При цьому серед усіх інших провідна роль належить механізму гармонійного контролю гомеостазу системи, тобто її інваріантної сутності (Петлін, 2019). Такий механізм належить до системно-фонових, оскільки охоплює організованість територіальних систем у всій їхній цілісності. Оскільки саме гармонізований стан системи представлений сукупністю станів у межах інваріантних відхилень від абсолютно гармонізованого стану. Практично в межах гармонізованого розвитку система проходить низку взаємопов'язаних станів, які перебувають у межах інваріантно визначеного коридору відхилень. Залежно від стадії еволюційного розвитку системи, стани або наближаються до абсолютно гармонізованого (від зародження до клімаксу), або віддаляються від нього (від клімаксу до якісного розвитку) (Петлін, 2016а). Інваріантний контроль за зв'язками в межах гармонізованих станів передбачає стабільне відстежування мінливості внутрі- й зовнісистемних параметрів, що й надає змогу утримувати системи в гармонізованих станах.

Механізм компенсаційний, інформаційно-контрольований спрямований на забезпечення компенсаційного характеру складності систем. Це явище, коли у відповідь на будь-який вплив середовища реакція системи розвивається таким чином, щоб максимально зберегти внутрішню струк-

туру (Молчанов, 1975). Для успішної дії такого механізму система повинна визначатись із кількісними та якісними параметрами компенсаційних дій, місцем їх застосування й часом реалізації. Це досягається за допомогою стабільного інваріантного контролю, який, спираючись на міжсистемну інваріантну інформацію, вчасно й змістовно спрямовує компенсаційні протидії.

Механізм організаційно-пріоритетний представлений сукупністю екологічних механізмів, які контролюють і регулюють взаємозв'язки природних систем з їхнім навколишнім середовищем. Це пов'язано з тим, що саме вони забезпечують дотримання міжсистемних гармонізаційних відносин, що дає змогу ландшафтній сфері загалом зберігати квазірівновагу (Петлін, 2016б). Міжсистемні зв'язки контролюються міжсистемними інваріантними властивостями й саме сюди спрямована дія організаційно-пріоритетних механізмів. Це ситуація сукупності дуальних контрольних дій між дотичними територіальними системами. Часто в цьому явищі задіяні лише дві дотичні системи, якщо з іншими існують гармонійні відносини.

Механізм підвищення пов'язаний із необхідною діяльністю системи, спрямованої на підвищення певних параметрів гомеостазу за пониженням відповідних параметрів зовнішнього середовища. У цьому випадку діяльність системи найчастіше пов'язана з додатковою активністю (інтенсифікацією) (Мельник, 2016). Цей механізм тісно пов'язаний із низкою інших, які діють у цьому ж напрямі. Відмінності полягають у тому, що він контролює додаткову активність систем і використовує її для компенсації змін у впливах навколишнього середовища. Додаткова активність реалізується завдяки інформаційним запитам до інваріантів систем щодо виділення певної кількості енергетичних ресурсів. Це своєрідний «банк сплячих ресурсів» зберігається в структурних зв'язках. Їх залучення контролюється безпосередньо системними інваріантами.

Механізм пониження спрямований на пониження певних параметрів системи внаслідок відповідного підвищення значень параметрів навколишнього середовища (Мельник, 2016). Цей механізм через контрольні функції системних інваріантів також використовує «сплячі енергії», але, на відміну від механізму підвищення, він їх підсилює (акумулює).

Механізм стійкості екосистем представлений сукупністю властивостей, яка забезпечує здатність протистояти дії звичних чинників, що перевищують рівень їх природних флуктуацій або факторів, котрі раніше не проявлялися, «пригашати» ці дії, «самоочищуватися», порівняно швидко відновлюватися після порушень, тобто проявляти власне інваріантність, стабільність, пластичність, резистентність, конвергентність тощо в певний відтинок часу (Тишков, 1992). Це сукупність стабілізаційних механізмів, які чітко контролюються інваріантними властивостями природних територіальних систем.

12. ПРОЯВ ІНВАРІАНТНОЇ ОРГАНІЗОВАНОСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ ЧЕРЕЗ ЇХНІ СТАНИ

Поняття «стан» уперше щодо ландшафтних систем застосував у 1967 р. В. Б. Сочава. На сьогодні воно має декілька трактувань:

- одне зі стійких положень структури природних територіальних систем у межах їх інваріанта (Сочава, 1978);
- певне співвідношення параметрів структури й функціонування територіальних систем у будь-який проміжок часу (Краукліс, 1979);
- певне співвідношення параметрів, котрі характеризують природні територіальні системи в будь-який проміжок часу, за який конкретні вхідні впливи (сонячна радіація, опади тощо) трансформуються у вихідні функції (стік, певні інші гравігенні потоки, приріст фітомаси тощо). За протяжністю виокремлюють стани короткочасові (меше доби), середньочасові (до одного року), довготривалі (понад рік) (Беручашвили, 1990);
- наявність зафіксованих у часі властивостей системи, їх ознак і визначених кількісних значень цих ознак (Старіш, 2005);
- властивості структури природних територіальних комплексів, які зберігаються протягом більш або менш протяжного відтинку часу (Мамай, 1982);
- більш або менш протяжні відтинки часу існування природних територіальних систем, які характеризуються певними властивостями їхньої структури (певною якістю основних частин і сукупністю процесів, котрі залежать від зовнішніх і внутрішніх причин) (Мамай, 2005);
- інформація про засоби дії системи в конкретний проміжок часу. Стан системи визначається станом усіх її елементів, при цьому він не є їх механічною сукупністю (Чистяков, 2006);
- момент міри розвитку, відносно завершений її етап або стадія; її елемент просторово-часової структури буття (Сороко, 2006);
- сукупність суттєвих властивостей, якими система володіє в певний проміжок часу (Акофф, Эмери, 1974);
- передача станів між природними системами є проявом руху сукупностей, чи будуть це кванти, електрони, магнетони, заряди, самі вони можуть залишатися на місці (Вернадский, 1967);
- стійка емерджентна сукупність структурних властивостей системи в певний проміжок часу, яка є проявом, а також мірою розвитку й водночас інформацією про їх функціонування в межах інваріанта (Петлін, 2008);
- система у фіксований момент часу або у фіксованій точці простору. Стан системи, формально охарактеризований, є набором числових

значень змінних станів, які відповідають певному моменту часу (Арманд, 1992);

- кількість станів, у яких може перебувати система, дорівнює: $H = 2^{n(n-1)}$, де H – число можливих станів системи; n – кількість елементів у системі; $n(n-1)$ – кількість зв'язків між елементами (Маца, 2008);
- усі властивості системи, якими вона володіє у визначений момент часу (Соколов, 2002);
- характеристика об'єкта за одним або за комплексом властивих йому атрибутів, які можуть набувати альтернативних значень (у різних станах) для цього об'єкта. Кожний з атрибутів може бути описаний за одним або кількома показниками, наприклад колір – показниками довжини хвилі та насиченості (Вітер, 2016).

Отже, узагальнено станом об'єкта є стійке положення системи в межах інваріанта, що характеризується певним співвідношенням структурних параметрів, а також сукупністю властивостей об'єкта в певний час. Отже, стан будь-якого територіального утворення обов'язково перебуває в межах його інваріанта й, отже, ним контролюється.

Стан найбільш складних територіальних утворень – геосистем сприймають як інтегральне поняття, котре описується параметрами просторової структури й функціонування з урахуванням динамічної тенденції геосистеми. За протяжністю стани, що виділяються, можуть бути квазікороткострокові (до декількох годин), короткострокові (до декількох діб), середньострокові (співрозмірні з сезонами), довгострокові (декілька років) і квазідовгострокові (декілька століть), а їх зміни – квазівисокочастотні, високочастотні, середньочастотні, низькочастотні й квазінизькочастотні (Олещенко, 1992). Потрібно додати, що стан геосистем – це стійке співвідношення структурних і функціональних параметрів у межах їх інваріанта. Інколи стан геосистем тлумачать у більш широкому розумінні як скупність змінних у процесі еволюції та використання (за умов антропогенного навантаження) властивостей геосистеми й її однорідних таксонів чи їхніх субструктур, котрі тестують у (або за) визначений момент часу за прийнятими критеріями, що встановлюють на основі комплексного аналізу, для оцінювання ознак стану геосистеми (Самойленко, Діброва, 2012). Та в будь-якому випадку стан геосистем відзначається певним їх положенням у межах відповідного інваріантного поля, що свідчить про наявність у ньому безперервного інваріантного контролю.

Оскільки будь-який стан складної системи характеризується її перебуванням у межах інваріантного контролю, то його можна сприймати як інваріантний. Водночас безпосередньо інваріантний стан системи сприймають як такий стан, що характеризується як функціонуюча стабільність за відносної сталості визначальної частини властивостей антропогенізованого ландшафту і безперервних змін (Соколов, 2002). Тут акцентовано на

понятті «визначальна частина властивостей». Такою є властивості систем, які надають їй стабільності в організаційному розвитку, тобто це властивості інваріантні. Цільова їх спрямованість полягає в намаганні перевести систему (або зберегти наявну) до гармонійного стану. Такою є сукупність станів у межах інваріантних відхилень від абсолютно гармонізованого стану. Практично в межах гармонізованого розвитку система проходить низку взаємопов'язаних станів, які перебувають у межах інваріантно визначеного коридору відхилень. Залежно від стадії еволюційного розвитку системи стани або наближаються до абсолютно гармонізованого (від зародження до клімаксу), або віддаляються від нього (від клімаксу до якісного розвитку) (Петлін, 2016а).

Низка станів в організаційному розвитку природних територіальних систем – це і є їхньою життєдіяльністю. Їх дослідження настільки важливе, що переросло в особливий науковий напрям – «етологію» (від грец. *ethos* – характер, вдача та *logos* – слово, вчення). Її сприймають як:

- науку, що вивчає основи просторово-часової поведінки природних систем (Беручашвили, 1982);
- науку про закономірності поведінки природних територіальних систем. Предмет етології – механізми, адаптивне значення, особливості розвитку поведінкових актів систем в онтогенезі (індивідуальний розвиток територіальної системи – весь комплекс послідовних і незворотних змін у ній від виникнення до розпадання. Онтогенез зумовлений властивостями самої системи та факторами навколишнього функціонального середовища, а також закономірностями еволюції поведінки систем) (Петлін, 2016б).

Щодо об'єкта дослідження етології – поведінки систем, то її сприймають як послідовність станів системи, що визначена її функцією (Гнатів, Хірівський, 2010), а також як еволюційно сформовану, зовнішню та внутрішню організовану, взаємопов'язану в часі й просторі сукупність дій системи, спрямовану на гармонізацію її функціональних механізмів саморегулювання. Сама поведінка територіальних систем у процесі їхнього еволюційного розвитку постійно ускладнюється (Петлін, 2016в). Такий перебіг закономірних станів у розвитку територіальних систем обов'язково повинен бути інваріантно стабільним і, відповідно, інваріантно контролюваним.

Етологію найбільш складних територіальних систем – ландшафтних – сприймають як науку, яка займається вивченням станів природних територіальних систем і закономірностей їх мінливості, що розглядають як акти поведінки з урахуванням впливу зовнішніх і внутрішніх чинників функціонування та динаміки ландшафтів, тобто вивчає закономірно мінливі з року в рік цикли станів систем, які характеризуються однотиповими перетвореннями й кількісними співвідношеннями мас (Беручашвили, 1982). Отже,

такий науковий напрям концентрує увагу на закономірностях мінливості станів систем, її стабільності та залежності від зовнішніх чинників. При цьому усі ці явища в природних утвореннях є інваріантно контрольованими, а отже, інваріантно організованими.

В основі етології – поняття про стан територіального утворення. Виокремлюють і специфічний етологічний стан, який має подвійний зміст: стан наукового напрямку «етологія» й складова загального стану територіальної системи, яка поділяється на суто етологічну й неетологічну. Найчастіше дослідник має справу з етологічною складовою станів (Петлін, 2016б). Тут поняття «неетологічний стан» розуміють як незакономірну мінливість, викликану катастрофічними або антропогенними чинниками, інваріантно не контрольовану, що характеризується хаотичним напрямом мінливості. Такі стани є завжди короткостроковими й ліквідуються зовнішніми стабільними впливами.

Оскільки етологічні явища динамічні, то розглядають своєрідну етологічну динаміку, яку часто ототожнюють з етологією ландшафту. Її сприймають як:

- вивчення змін станів ландшафту (Гродзинський, 2014);
- окремі стани або області станів геосистем і переходи між ними (розрізняють добові, сезонні та багаторічні етологічні структури). М. О. Шалімов ототожнює етологічну динаміку з усією етологією геосистем у вигляді послідовності змін станів або областей станів геосистем.

Отже, навіть таке поняття, як «етологічна динаміка» містить закономірності мінливості станів і міжстанові явища, які повинні бути стабільними в часі та просторі, відображати квазірівновагу між взаємодіючими територіальними системами, бути цілеспрямованими в організаційному розвитку систем. Такі вимоги виконуються системами лише із застосуванням їхніх інваріантних властивостей.

Щодо конкретно динаміки станів, то це послідовна зміна станів природних територіальних систем у часі в межах одного інваріанта. Оскільки мінливість станів співвідноситься з добовими, сезонними та багаторічними змінами, то їм відповідають і певні види динаміки. Отже, динамічна мінливість притаманна й інваріантам територіальних систем, що є одним із головних проявів їх організованості.

Щодо безпосередньо етологічної організованості природних територіальних систем, то це безперервний, зовнішньо та внутрішньо контрольований процес становлення, збереження й закономірного руйнування етологічних станів системи (упорядкованості її станової мінливості), зумовлений наявністю програмованого й контрольованого розвитку системи (Петлін, 2016б). Такий програмований і контрольований розвиток систем забезпечується наявністю в них інваріантних властивостей, які й забезпечу-

ють для них просторову й часову стабільність. Проявляється така організованість у наявності в системах інваріантно підтримувальної структури. Щодо безпосередньо етологічної структури, то вона представлена системою просторово диференційованих відносин між взаємодіючими системами і їхніми структурними складовими, які створюють відповідну просторову диференціацію їхніх станів і поведінки. Різними є форми взаємозв'язку та взаємозалежності між системами й у межах систем. Підтримувальна інваріантами етологічна структура (не компонентна, а функціональна) формується контрольованим співвідношенням внутрі- й міжсистемних взаємозв'язків, де саме міжсистемні взаємовідношення мають пріоритет. Оскільки поведінка систем представлена еволюційно сформованою, зовнішньо й внутрішньо організованою, взаємопов'язаною в часі та просторі сукупністю дій системи, спрямованою на гармонізацію її функціональних механізмів саморегулювання, а сама поведінка територіальних систем у процесі їх еволюційного розвитку постійно ускладнюється, то поведінкова етологічна структура територіальних утворень є сукупністю форм взаємовідносин між взаємодіючими системами як цілісними утвореннями і їхніми структурними складовими, які сформувались унаслідок адаптації до умов середовища існування та особливостей функціонування, які виявляються в закономірній сукупності станів (Петлін, 2016б).

Усе це свідчить, що безпосередньо для інваріантів природних територіальних систем також притаманна етологічна структурна поведінка, котру можемо сприймати як еволюційно сформовану, внутрішньо й зовнішньо контрольовану сукупність станової мінливості, інваріантно спрямовану на забезпечення відповідним системам просторово-часової стабільності.

Загалом будь-яка функціональна, динамічна або еволюційна зміна в територіальних системах обов'язково супроводжується зміною їхніх станів. Саму зміну станів сприймають як:

- функціонування ландшафту, що відбувається в межах його інваріантної часово-просторової структури. Водночас ландшафт як ціле (геосистема) структурований елементами (компонентами), кожний із яких функціонує в середовищі інших, використовує його «для себе»; їх функціональна роль у ландшафті відносна, її не можна абсолютизувати за простором, часом, положенням у ландшафтній сфері (Маринич, Шищенко, 2006);
- змінну, яка характеризує мінливість системи в часі або в просторі. За переходу системи через критичний стан набір змінних станів у загальному випадку повинен бути змінений (Петлін, 2016 б).

Отже, зміна станів – це похідне явище від мінливості сукупності внутрі- й зовнісистемних взаємодій. Відповідно, зміна станів інваріантів територіальних систем – це строго обмежена інваріантна мінливість інваріантних станів, яка відповідає програмованому розвитку систем. Відбува-

ється така станова мінливість під дією певних збуджень. Безпосередньо поняття «збудження» сприймають як:

- процес розряду вільної енергії в системі відбиття (Сетров, 1975);
- організаційний механізм, який використовується територіальними системами для адекватної відповіді на вплив навколишнього функціонального середовища або власних структурних складових корисними для них реакціями, спрямованими на збереження тенденцій розвитку в напрямі виконання системами програмного завдання (Петлін, 2013).

Збудження, котрі фіксуються в межах інваріантів природних територіальних систем, є одними з механізмів спрямованих на забезпечення системам досягнення цільового фіналу в розвитку. Це своєрідний спусковий гачок для мінливості станів. Водночас такі збудження є інваріантно обмеженими за інтенсивністю, для чого інваріанти використовують такі гальмівні засоби, як інертність та інерційність.

Інертність – це:

- позбавлення активності, практичне невступання ні з чим у взаємодію (Словник іншомовних слів, 1975);
- здатність геосистеми в разі дії на неї зовнішнього чинника зберігати свій стан у межах заданої області впродовж усього заданого інтервалу часу (Гродзинський, 1995).

Отже, наявність у системних інваріантах ефекту інертності надає їм можливості «розтягнути» в часі реакцію-відповідь на певні (інтенсивні) збурення, які спроможні викликати появу небажаних станів. Така вповільнена реакція надає системам можливість шляхом залучення внутрішніх і зовнішніх резервів більш ефективно реагувати на ці збурення.

Наближеною до інертності є властивість інерційності. Її сприймають як:

- спроможність системи зберігати свій стан (рівномірний прямолінійний рух або спокій) щодо діючих на неї сил (Лопушанський, 2003);
- здатність геосистем протистояти зовнішнім збуренням і зберігати свій стан, тобто інваріантні риси структури й функціонування, протягом заданого інтервалу часу (Исаченко, 2003);
- спроможність ландшафту затримувати на деякий час реакцію на зовнішній вплив, зменшуючи при цьому амплітуди цих «відкладених» коливань (Гродзинський, 2014).

Отже, інерційність наближена до поняття «стійкість». Така властивість інваріантних властивостей територіальних систем сприяє їх просторово-часовій стабільності завдяки внутрішній опірності (англ. *resistance*) – здатність протистояти чому-небудь (Словник української біологічної термінології, 2012). Інваріантна інерційність важлива на кожному етапі закономірного розвитку територіальних утворень. Та найбільш важлива вона на стадії самоорганізації, коли система отримує якісне перевтілення за допомогою біфуркаційного пошуку. Тобто самоорганізаційна інерційність –

це властивість природних територіальних систем та їх інваріантів у стані самоорганізації зберігати еволюційно-трансформаційний напрям розвитку, незважаючи на практично будь-які зовнішні впливи.

Загалом системна інерція визначає час, необхідний для переходу системи з одного стану до іншого (Гольшев, 2011). Її ефективність залежить від специфіки внутрішніх і зовнішніх організаційних зв'язків. Чим вони більш інтенсивні, тим час переходу систем з одного стану до іншого більш видовжений, а інваріанти отримують змогу більш ефективно підготувати систему до переходу в новий стан.

Як інертність, так і інерційність у територіальних системах як функціональних цілісностях, так і їх інваріантів накладаються на властивості метакронності (гетерокронності). Її сприймають як:

- різноспрямований, нерівномірний розвиток, запізнення чи випередження в часі розвитку однорідних частин геопростору (Марков, 1965);
- закономірність розвитку системи, яка полягає в нерівномірному, хвилеподібному характері розвитку окремих організаційних процесів елементів геосистеми або взаємодіючих між собою геосистем. Тобто різні частини однієї геосистеми або різні геосистеми ставляться до чинника часу по-різному. Деякі утворилися, наприклад, раніше; вони є навіть реліктовими, але існують тривало в монотонній шкалі часу (Черваньов, 2011);
- різночасовість однотипових або однорідних процесів чи фаз у просторі. Явище метакронності географічних явищ має загальний характер, тому часто його трактують як відповідний закон – закон еволюційної та динамічної метакронності, як породження невід'ємності простору-часу (Петлін, 2016 б).

Механізм метакронності (гетерокронності) взаємодіючих природних територіальних систем належить до міжсистемної просторово-часової стійкості й надійності, оскільки лише в такому випадку взаємодіючі системи спроможні перебувати на різних еволюційних стадіях розвитку, що унеможливує їхній одночасний якісний розвиток (трансформацію). Мінливість інваріантних станів у територіальних утвореннях крізь призму метакронності реалізується у вигляді наявності в межах індивідуального стану компонентів і функціональних структур, що перебувають на різних еволюційних стадіях, і по-друге – наявності різних еволюційних стадій у взаємодіючих станах дотичних природних територіальних систем. Отже, явище метакронності переважно притаманне найскладнішим територіальним утворенням, наприклад ландшафтним.

Отже, метакронність безпосередньо природних територіальних систем розуміють як:

- одну з умов динамічної рівноваги географічної оболонки. Досягнення рівноваги здійснюється шляхом зміщення геосистем за траєкторіями внутрішнього часу (Боков, 1990);
- різночасовість протікання будь-якого процесу, який викликаний загальним єдиним фактором, під впливом місцевих географічних умов. Термін був застосований К. К. Марковим та І. П. Герасимовим для визначення різночасовості зледеніння Північної й Південної півкуль Землі;
- часову неузгодженість як окремих ландшафтоформувальних компонентів у межах окремих природних територіальних систем, так і окремих морфологічних складових у межах географічного ландшафту (Дьяконов, 1991);
- полягає не лише в тому, що різні ознаки систем змінюються з різними швидкостями (топічний вимір метахронності), а й у тому, що різні територіальні ділянки ландшафту перебувають у різних станах, швидкість, напрям і характер змін яких різні (хоричний вимір метахронності) (Гродзинський, 2014);
- нерівномірність плину географічного часу (незбігання еволюційних стадій розвитку не лише між просторово поєднаними природними територіальними системами, а й між структурно-функціональними складовими в межах однієї природної системи, різний час якісного розвитку (зникнення) ландшафтних фацій того самого виду в межах одного урочища або місцевості тощо) (Петлін, 2016б).

Отже, метахронність складних територіальних утворень є показником динамічної рівноваги систем на основі різночасовості реалізації сукупності внутрі- й міжсистемних організаційних процесів та явищ, що приводить до виникнення одночасового різностанового ефекту стабільність якого контролюється інваріантами цих систем. Виникає явище метахронності завдяки існуванню в системах безперервної мінливості на всіх організаційних рівнях включно з інваріантним.

Оскільки мінливість є ступенем спроможності до будь-яких змін (морфологічних, функціональних, флуктуаційних тощо) природних територіальних систем, то саме вона є однією з найважливіших їхніх характеристик; мінливість проявляється (здійснюється) внаслідок взаємодії систем із оточуючим середовищем і забезпечує адаптативну різноманітність наявним системам; зумовлюється кількісно та якісно неоднорідними в часі й просторі вхідними та вихідними речовинно-енергетичними потоками на внутрі- й міжсистемному рівнях. Щодо системних інваріантів, то їх мінливими станами вважають стани геосистеми в умовах її динаміки (Сочава, 1978). Тобто тут поняття «геосистема і її інваріант» сприймаються як тотожні, що не зовсім правильно, оскільки геосистеми спроможні містити й параметри, які виходять за межі інваріантів. Отже, мінливі стани

системних інваріантів представлені сукупністю стабільних станів на фоні інваріантно стабільної динаміки.

Щодо самої інваріантної мінливості, то це така мінливість, що містить усі зміни параметрів системи, які за інтенсивністю не перевищують інваріантних меж. Тобто ця мінливість містить як фонову, так і флуктуаційну мінливості, котрі за інтенсивністю відповідають інваріанту системи. Це свідчить про те, що в будь-якій територіальній системі перебувають інваріантні й неінваріантні мінливості. Останні є короткочасовими та нестабільними й створюють своєрідний мінливістий шум. Такі мінливості є неетологічними, міжстановими, та внутрістановими, які мають власні залежності, що переважно пов'язані зі специфічними особливостями територіальної системи як функціональної цілісності. Саме ця цілісність контролює межі такої мінливості, її амплітуду, час існування тощо. Зв'язок із мінливістю станів така мінливість повністю не втрачає. Наприклад, спостерігається «розтягування» сплесків нестанової мінливості після зміни станів і її «ущільнення» поблизу майбутньої зміни станів (Петлін, 2016б).

Як інваріантні, так і неінваріантні мінливості в сукупності становлять мінливість системно організаційну. Вона зумовлена впливом організаційно орієнтованих зовні- та внутрісистемних чинників, що реалізуються територіальними системами в закономірній зміні організаційних станів. Тут інваріантно контрольована мінливість є лише часткою організаційної. Водночас оскільки мінливість інваріантна є для систем пріоритетною, то саме на неї вони орієнтуються в процесі закономірного цільового розвитку.

Наявність у природних територіальних системах флуктуацій викликає появу флуктуаційної мінливості, котру становлять випадкові відхилення параметрів системи від їхніх нормальних (притаманних відповідному стану еволюційного розвитку) значень. Діапазон інтенсивності прояву флуктуаційної мінливості надзвичайно широкий: від мікрозмін до потужних змін, які призводять до руйнування інваріанта підконтрольної системи (Петлін, 2008). Флуктуації інваріантно неконтрольовані. Водночас, використовуючи інваріантно контрольовану мінливість, територіальні системи не лише гальмують деструктивну дію флуктуацій, а й за певний часовий інтервал їх ліквідовують.

Загальну станову мінливість у природних територіальних системах можна поділити на реалізовану й нереалізовану. Їх сукупність становить набір можливих системних станів. Це сукупність усіх станів, у яких може перебувати система. Визначається кількістю і якістю інваріантно контрольованих перемінних станів. Тобто система має вибір переходу до того чи іншого стану із сукупності інваріантно дозволених. Як наслідок, пріоритет у виборі стану надається вже особливостям навколишнього функціонального середовища. Водночас загальний обмежувальний контроль залишається

за інваріантами територіальних систем, що залежить від виділеної ними інваріантно обмеженої (дозволеної) можливої області станів.

Загалом, поняття «область» (англ. *region*) – це простір, у якому поширене якесь явище, для котрого характерні певні риси, особливості (Словник української біологічної термінології, 2012). Так, наприклад, область допустимих станів ландшафту включає його стани, перебуваючи в яких, він спроможний виконувати певну функцію або декілька таких функцій не нижче установленого певним суб'єктом їх рівня (Гродзинський, 2014). Тут під суб'єктом розуміємо інваріант ландшафту. Щодо безпосередньо області певного стану, то її сприймають як окремі складові динаміки геосистем, у межах яких зміни вважаються несуттєвими стосовно завдань дослідження. Таке трактування області стану є обмеженим певною ситуацією (у цьому випадку – завданням дослідження). У більш загальному плані областю стану є сукупність функціональних параметрів і явищ, мінливість яких не виводить систему з певного стану.

Ланцюг станів в організаційному розвитку природних територіальних систем не лише контрольований їхніми інваріантними властивостями, але і є програмовано-цільовим. Таке явище отримало назву «креод» – строго послідовна зміна станів, неначе трубка в просторі станів, у якій рухається система, суттєво не відхиляючись від середньої лінії (Уоддингтон, 1970). Саме цільова програмованість перебігу можливих станів надає системам просторово-часової стабільності на фоні мінливості їхнього навколишнього середовища.

Насправді в територіальних системах спостерігають декілька можливих областей станів, які пов'язують із їх пластичністю. Загалом, поняття «пластичність» сприймають як:

- наявність у природних територіальних системах декількох областей станів (Z_0) у рамках інваріанта Z та її здатність переходити за дії фактора f з однієї такої області до інших, не залишаючи завдяки цьому, інваріантної області Z протягом часу Δt (Гродзинський, 1993);
- спроможність структури геосистем пристосовуватися (Соколов, 2002);
- здатність ландшафту змінюватися під дією зовнішніх факторів, зберігаючи при цьому основні характеристики, які забезпечують його стійкість (Словник-довідник з агроєкології, 2007).

Оскільки пластичність територіальних систем полягає в наявності в них декількох можливих областей станів і механізму пристосування до них функціональної структури, залишаючи систему в стійкому стані, то реалізується таке явище чітко під контролем системних інваріантів, а відповідно, і самі інваріанти характеризуються властивістю пластичності.

Перебіг станів систем тісно пов'язують із їх поведінкою. Оскільки поведінка – це еволюційно сформована, організована на основі саморегулювання й прояву цілісності дія як реакція на внутрішні та зовнішні фактори,

на досягнення певної мети у вигляді закономірного послідовного набору станів (Петлін, 2016а), то така станова мінливість обов'язково повинна перебувати під постійним контролем із боку головного контролюючого механізму, тобто інваріанта. Отже, етологічна поведінка належить до особливого виду загальної поведінки природних територіальних систем. Аналізуючи предмет вивчення кібернетики, Л. фон Берталанфі зауважував, що її предметом є засоби поведінки об'єкта; вона питає не «що це таке?», а «що воно робить?» (Берталанфі, 1969). Етологічна поведінка територіальних систем як блок закономірної, станово зумовленої мінливості характеризується спрямованістю, контрольованістю з боку навколишнього середовища, наявністю ентропійної стріли часу. Така поведінка становить інваріантну спрямовано-мінливу основу систем, що надає їй відповідної значущості й стабільності.

Отже, простір стану природної територіальної системи становить сукупність усіх можливих станів, у яких може перебувати геосистема. Із цього простору реалізується лише певна (невелика) сукупність станів. При цьому це стани, перехід до яких потребує від системи найменших енергетичних витрат і які найбільшою мірою задовільнятимуть особливості наявної внутрішньої й зовнішньої організованості систем. Контроль за таким перебігом мінливості належить інваріантним властивостям систем. Як наслідок, системи, незважаючи на значну кількість різноманітних зовнішніх впливів, залишаються в межах динамічного та еволюційного коридору стабільності.

Щодо просторової диференціації станів територіальних систем, то це поділ внутрісистемного простору на одночасно наявні структурно зумовлені стани, або поділ міжсистемного середовища на різноманіття станів, яке притаманне взаємодіючим ситемам як цілісним функціональним утворенням (Петлін, 2016б). Просторова диференціація станів формує умови для просторової екологічної ніши як місця системи в природі, яке містить не лише її положення в просторі, а й функціональну роль у навколишньому середовищі, функціональне положення в системі зв'язків цього середовища. Реалізується дія регульовального ієрархічного чинника. Контролюється така диференціація спільними інваріантними властивостями дотичних територіальних систем. Тому вона характеризується значною просторово-часовою стабільністю.

Своєрідними є стани, пов'язані з аплікативними процесами (термін запропонований В. С. Залетаєвим у 1984 р. від лат. *applicata* – прилегла, суміжна). Це процеси, які змінюють структурно-функціональні механізми стійкості геосистем: системи їхнього теплового, біогенного, гідрогенного й гравігенного регулювання. Як наслідок, геосистема втрачає природні регенеративні властивості, тренд її розвитку змінюється. Найчастіше явище аплікативних процесів спостерігається внаслідок антропогенного втручання

до механізмів просторово-часової організації територіальних систем. У такому випадку ці процеси ще й виступають деструктивним чинником щодо ландшафтного оточення територіальної системи, оскільки не є закономірним явищем гармонізаційних стабілізувальних механізмів. У випадку, коли аплікативні процеси організуються й контролюються навколишнім середовищем системи, наступний тренд її розвитку спрямований на просторово-часову стабілізацію певної ділянки ландшафтної сфери. Аплікативний процес водночас спостерігаємо в різних структурних складових територіальної системи, наприклад підвищення внутріструктурної різноманітності зв'язків. У такому випадку за певних обставин (наприклад підвищення інтенсивності прояву наслідків процесу) окремі структури одновидового процесу можуть зливатися або роз'єднуватися, така динамічна процесна виявленість поки що є недослідженою. Постає запитання: чи притаманні аплікативні процеси та викликані ними стани інваріантам територіальних систем?

Такі властивості, які притаманні цим процесам як спрямованість на зміну стійкості й викликані ними стани, характеризуються втратою регенеративних властивостей, вони спроможні бути притаманні окремим структурним складовим, що свідчить про те, що аплікативні процеси притаманні системам на еволюційній стадії закономірного руйнування й вироблення програми для системи, що з'явиться на місці наявної. Отже, вони закономірні на певному етапі організаційного розвитку територіальних систем, а отже, повинні відображатися в їх інваріантах.

Загалом, стани – одне з головних концептуальних понять організованості природних територіальних систем. Відповідно до концепції станів, динаміка системи уявляється у вигляді дискретної послідовності режимів її функціонування. Кожен із них однозначно характеризується значеннями інтегральних показників стану елементів системи. Вигляд функції (F) є строго індивідуальним, тому що елементи системи розглядаються теж індивідуально. Такий підхід є цілком обґрунтованим, якщо врахувати розбіжності в характерних швидкостях процесів в один-три порядки й більше (Фесюк, 2008). Це має контрольні функції на рівні інваріантів територіальних систем, що забезпечують їм не лише індивідуальність, а й внутрішню та зовнішню стабільність.

Інваріантний контроль за послідовною мінливістю станів у територіальних системах висвітлюється в законі часової некомутативності. Відповідно до нього, певне чергування станів геосистем неможливо замінити іншим чергуванням (існують дозволені та заборонені послідовності) або зміна характеру чергування призводить до нових ефектів, якостей. Тобто в географічному просторі не реалізується закон переміщення: від перестановки доданків сума не змінюється. Кожна просторова комбінація географічних об'єктів володіє власними властивостями (Боков, Тимченко,

Черванев, Рудык, 2005). Така індивідуальна інваріантність природних територіальних систем реалізується в індивідуальній диференційованості ландшафтної сфери. При цьому, відповідно до закономірності неповторності станів природних територіальних систем, спостерігаємо неповторність внутрішньорічних і багаторічних станів у системах, унаслідок чого на різних етапах існування системи мають не лише подібні, але й несхожі риси (Мамай, 2005).

Інваріантний контроль за перебігом станів у територіальних системах належить до загальної закономірності організованості природи. Відповідно до критеріального начала, це первинна властивість Природи, котра визначає загальний принцип реалізації відбору станів природних систем. Воно єдине для систем будь-яких рівнів світобудови (уключаючи екологічні). Згідно з ним, із багатьох альтернативних станів системи відбирають ті, які забезпечують максимальну ефективність їх функціонування (Мельник, 2012). Отже, наявність у системах властивостей інваріантності забезпечує їм організаційно-динамічну ефективність, а відповідно міжсистемну врівноваженість, ієрархічну узгодженість, стабільність цільового розвитку. Для досягнення таких якостей у територіальних системах повинні існувати відповідні умови, котрі забезпечуються тотальною взаємопов'язаністю організаційних чинників. Так науковий факт взаємозв'язку чинників формування станів системи свідчить, що всі чинники, які визначають стани системи, взаємопов'язані й взаємозумовлені (Мельник, 2012). Водночас існує й зворотне явище. Науковий факт залежності систем і ситуацій від їхніх станів проголошує, що будь-який геокомплекс (зокрема ландшафт) розглядають як систему станів різної тривалості; будь-яку екологічну ситуацію – як результат зміни станів під впливом природних процесів та антропогенних впливів (Исаченко, 1991а). Отже, поряд з інваріантно-закономірними в системах існують й численні не закономірні стани, які не пов'язані з особливостями їхніх інваріантів. Вони виникають як наслідок впливів на систему потужних природних (урагани, катастрофічні зливи, сейсмічні явища тощо) та антропогенних впливів. Такі стани або призводять до руйнування систем і виникнення на їх місці якісно нових, які вносять до міжсистемних взаємодій хаотичні явища, або у разі неспроможності зруйнувати інваріант системи спричиняють появу хаотичних явищ на рівні структурно-функціональної організованості систем. У кожному випадку на рівні системних взаємодій умикаються інваріантно контрольовані механізми регенерування, спрямовані на ліквідацію наслідків дії таких станів.

Наявність у природних територіальних системах потужних стабілізаційно-інваріантних властивостей ще на початкових стадіях формування деструктивних станів значною мірою обмежує їх дію. Так, відповідно до наукового факту обмеження системою станів складових елементів, система

обмежує різноманіття станів складових елементів. Для матеріальних систем обмеження полягає в зменшенні кількості дозволених положень елементів у просторі, швидкостей, траєкторій руху, алгоритмів розвитку й інших характеристик у порівнянні з тими, якими б вони володіли поза системою. За міру обмеження різноманіття або впорядкованості зазвичай беруть показник кількості інформації, за К. Шеноном. Мірою невпорядкованості слугує в цьому випадку від'ємна інформація, або ентропія (Арманд, 1988). Тут складові елементи розуміють як компонентні, структурно-функціональні складові систем або навіть цілісні системи в ієрархічно ускладнених територіальних утвореннях.

Отже, перебіг станів у динамічній організованості територіальних систем є завжди тією чи іншою мірою інваріантно контрольованим, що насамперед забезпечує їх неповторність. Відповідно до принципу незворотності (унікальності), зміни в розвитку системи незворотно змінюють стан системи. Кожен її стан повністю не повторює попередній (наслідок аксіоми зсуву) (Бугаєв, Рудько, Белявский, Яцишин, 2018). Величина зсуву між станами залежить від стабільності стану попереднього й наявного резерву внутрі- й міжсистемної енергії взаємодій. При цьому діє механізм пружності властивостей систем. Поняття «пружність» сприймають як міру швидкості повернення системи у вихідний стан після виведення з нього (після порушення) (Некос, Черкашина, Брусенцова, 2013). Щодо складних територіальних утворень, то, наприклад, пружність ландшафту розуміють як здатність геосистем протистояти зовнішнім діям, зберігаючи структуру й характерні риси функціонування. Організованість геосистем зберігається в одних випадках за рахунок внутрішніх ресурсів, пов'язаних із буферними системами, в інших – за рахунок зовнішніх меж, мембран, бар'єрів. Тому можливо розрізнити буферну пружність і бар'єрну пружність. Хоча не завжди можна провести між ними чіткі межі (Давиденко, Білявський, Арсенюк, 2007).

Загалом, властивість пружності є здатністю геосистем перебувати в різних станах, не виходячи з інваріанта (Holling, 1973). Наявність такої властивості забезпечує системам полегшення у мінливості станів на внутрішньому рівні організованості. При цьому може простежуватись і явище свінгерності (від англ. *to swing* – гойдатися) – явище хаотичного переходу природних територіальних систем з одного стану до іншого. Водночас такі переходи є інваріантно контрольованими й відповідно, інваріантно обмеженими.

Станова мінливість як цілісних територіальних систем, так і їх інваріантів, створює умови для виникнення структурної організованості самих інваріантів як комплексу наявних, взаємозалежних зв'язків між статичними частинами факторів природних територіальних систем, який надає інваріанту цілісності (Петлін, 2006б). Така структура є динамічною,

тобто в певних межах мінливою в часі. Вона неначе коливається навколо середнього положення. Така структурна динаміка надає інваріантам динамічної стабільності навіть під час деструктивних зовнішніх впливів. Оскільки структурна організованість завжди проявляється у функціональному різноманітті, то виникають інваріантні різноманітні варіанти внутрішньої організації функціональних інваріантних утворень. До них належать: 1) характер стратифікації (вертикальна ярусність); 2) характер зональності (горизонтальні підрозділи); 3) характер активності (періодичність); 4) характер групових відносин; 5) характер спільної діяльності; 6) характер стохастичних зв'язків (залежних від випадкових впливів). Подібна функціональна багатофакторність різноманіття щодо інваріантів кожного індивідуального територіального утворення має інваріантні межі виявлення. При цьому вихід за інваріантні межі будь-якої із функціональних складових призводить до руйнування інваріанта територіальної системи і її якісного розвитку (Петлін, 2013).

Структурно-інваріантними складовими будь-яких територіальних систем є внутрісистемні функціональні складові: стійкий центр, зовнішнє щодо нього неоднорідне оточення, ландшафтні вузли тощо (Петлін, 2005 б). Тобто інваріантні структурно-функціональні складові є такими, як і в цілісних системах, які вони представляють. Структурно-функціональна (організаційно-динамічна) мінливість інваріантів складних територіальних систем загалом підпорядкована принципу динамічної структурної організованості, який полягає в ієрархічному підпорядкуванні структурних складових систем (більш складно організовані структури характеризуються провідними функціями) впродовж певного часового інтервалу, що не порушує цілісності системи. Тобто структурна мінливість на нижчих рівнях організованості не абсолютно підпорядкована мінливості на вищих організаційних рівнях, вона має певні ступені свободи, а інваріантно залежить від вищої мінливості. Тобто вищі структурні рівні встановлюють коридор можливої мінливості для нижчих (Петлін, 2018). Загалом, виникнення структурно-функціональної організованості пов'язане з наявними взаємозв'язками з дотичними територіальними системами й реалізуються у відповідних станах.

На рівні міжсистемних інваріантів існує спектр можливих для реалізації станів взаємодіючих систем. Із цього спектра реалізується лише певна частка. Нереалізовані внаслідок ресурсної обмеженості стани територіальних систем із потенційно наявних мають назву «геотерма» (Ковальов, 2009). Чим більший об'єм геотерми, тим більш гнучкі відносини між взаємодіючими територіальними системами й тим вони стабільніші.

13. ІНВАРІАНТИ В ОЗНАКОВОМУ ПРОСТОРИ СИСТЕМ

Загалом, поняття «ознака» сприймають як:

- будь-яку ознаку, що є проявом сили, яка дає змогу щось виконати або виробити; цей прояв сили притаманний об'єкту, або органу, або системі, у яких вони існують, до тих пір, доки не буде знищено порядок речей, які його зумовлюють (Ламарк, 1959);
- рису, властивість, осблівість чого-небудь (Словник української мови, 1973);
- те, що вказує на що-небудь, свідчить про щось; показник, свідчення (Філософський словник, 1986);
- еволюційне закріплення в системі відбувається не тих ознак, які перемогли в боротьбі за існування, а тих, що органічно вписалися відповідно в єдине гармонійне ціле більш високого рівня організації; тобто виявилися не більш сильними, а більш сумісними в цій системі та не порушили її організованості (Пресман, 1997);
- риса або власивість, яка характеризує об'єкт як індивідуальне утворення (Петлін, 2009);
- це один із вимірів образу в розпізнаванні образів або результат математичного перетворення таких вимірювань; часто в дистанційному зондуванні це вимір відображальної здатності в одному каналі датчика. Кількість ознак, які належать до образу, визначає його розмірність (Словник-довідник з агроєкології, 2012).

Отже, ознаки для появи й реалізації обов'язково використовують наявні в системі зв'язки, належать до системних властивостей і несуть певну інформацію, є відображенням організованості систем та їх індивідуальності.

Ознак у будь-якому природному утворенні значна кількість. Та серед них виокремлюють головні або домінантні. Це одна або декілька ознак системи, котрі домінують у формуванні її наступних станів. Тобто такі ознаки визначають стан системи. До них, передусім, належать ознаки індикації виду, емерджентні ознаки й ознаки індикації ландшафтоформувальних компонентів.

Тут поняття «індикація» (від лат. *indicatio* – визначення, указівка) означає якісне знаходження й кількісне визначення речовин або властивостей в об'єктах та їхнього функціонального середовища. Інваріанти природних територіальних систем для їх оптимальної організованості безперервно здійснюють індикування стану системи й станів дотичних територіальних утворень і на цій основі виробляють необхідні дії щодо підтримання наявних динамічних тенденцій у системі або за необхідності вмикання захисних, зокрема регенеративних, механізмів. Найчастіше інва-

ріанти індикують стан стійкості в системі, використовуючи при цьому окремі «фрагменти» інформації, що відображають стан усієї системи. Розгляд цих невеликих, але важливих «фрагментів» допомагає їм орієнтуватись у поточному стані системи, виявляти, у якому напрямі вона рухається: удосконалюється, деградує або ж залишається незмінною (Основи екології, 2007).

Емерджентні ознаки належать до системно ускладнених. Вони, маючи інформаційну основу, відображають стан усієї цілісної системи й водночас особливості впливу навколишнього середовища та передусім дотичних територіальних утворень. Саме, спираючись на них, системні інваріанти здійснюють відслідкування динамічних явищ у системах і реалізують тотальний контроль за ними.

Ознаки індикації ландшафтоформувальних компонентів належать до первинних. Оскільки такі компоненти – це «цеглинки», із яких формуються системи, то такі ознаки повідомляють інваріантам систем не лише про їх стан, а й про стан міжкомпонентних зв'язків і процесів. Завдяки цьому, інваріанти вчасно реагують на певні деструктивно-компонентні явища, шляхом вмикання відповідних регенеративних механізмів.

Домінантні ознаки в ієрархічно ускладнених природних територіальних системах також характеризуються емерджентними якостями, тобто вони обов'язково пов'язані з функціональними структурами. При цьому оскільки поєднані складні територіальні системи узгоджують функціонування, а отже, і мінливість станів, то відбувається й узгодження між ними доміантних ознак. Тобто тут можливі класифікації вже не індивідуальних ієрархізованих систем, а навіть їх поєднань (Петлін, 2018). Взаємодії між інваріантами територіальних систем у межах ієрархізованого складного територіального утворення й поява міжсистемних інваріантів призводить до виникнення ускладнених доміантних системних ознак. Такі ознаки характеризуються підвищеною просторово-часовою стабільністю, що приводить до підвищення стабільності пов'язаних з ними індивідуальних територіальних систем.

Щодо другорядних ознак, то це сукупність характеристик природних територіальних систем, які є похідними від ознак основних або які не індукують видову приналежність системи чи її емерджентні властивості. Такі ознаки мають значно слабший контроль і, відповідно, залежність від системних інваріантів. Вони більш динамічні, характеризуються значною мінливістю, а отже – значно меншою стабільністю. Прикладом таких ознак є температурне різноманіття приповерхневих атмосферних мас, твердий поверхневий стік тощо.

Надзвичайно важливими для природних територіальних систем є ознаки цілісності. Їх сприймають як:

- виникнення функціональної єдності (Рохгаузен, 1959);
- наявність загальної структури, яка поєднує елементи системи (Свидерский, 1962);
- виникнення дечого єдиного (Афанасьєв, 1963);
- установа між взаємодіючими елементами системи настільки тісних відносин, що зміна одного елемента викликає зміни в інших, а часто і системи загалом (Афанасьєв, 1963; Холл, Фейджин, 1969);
- виникнення інтегративної якості (Кравець, 1970);
- появи певної повноти, замкнутості функціональних циклів системи (Кравець, 1970);
- виникнення нових властивостей (Афанасьєв, 1963; Абрамова, 1969; Блауберг, Юдин, 1972, 1973);
- протидія своєму оточенню (Блауберг, Юдин, 1972, 1973);
- виникнення внаслідок функціональної єдності й системної функціонально-структурної організації нових, інтегративно-емерджентних властивостей, які відображають функціональну повноту (завершеність) системи (Петлін, 2016б).

Отже, ознаки цілісності репрезентують певну функціональну єдність, що реалізується в появі загальної структури, та взаємозалежності між елементами відображення, виникає спільна якість, котра здатна протидіяти зовнішнім деструктивним чинникам. Як наслідок таких цілісних властивостей, з'являється організаційна завершеність цілісного утворення. Така завершеність характеризується наявністю певного контрольного механізму. Тобто вже на цьому рівні з'являються певні інваріантні якості.

Та найбільш об'ємними за відображенням властивостей є системні ознаки. Такими вважають індивідуально-інваріантно-функціональні ознаки певної природної територіальної системи як цілісного утворення. Поділяються на внутрісистемні (є відображенням емерджентно-структурної індивідуальності системи) та зовнісистемні (характеризують просторово-часовий стан взаємодії системи з її функціональним оточенням). Внутрісистемні ознаки є відображенням особливостей інваріантних властивостей систем. Тому вони можуть слугувати своєрідними індикаторами інваріантних станів. Зовнісистемні ознаки індикують стани міжсистемних інваріантів, тобто особливості міжсистемних взаємодій. Зіставлення внутрі- й зовнісистемних ознак дає змогу оцінити співвідношення між внутрі- та міжсистемними інваріантами. Якщо між ними спостерігаємо узгодження, то ситуація в системі стабільна, якщо ні – дестабілізована.

Найбільш повно ситуацію в будь-якій територіальній системі характеризує її організованість. Саме тому ознаки системної організованості надзвичайно важливі. Спрощено їх трактують як предметно-практичні характеристики будь-якого цілісного утворення, системи (Управление организацией, 2003). У науковій літературі розглянуто безліч таких ознак:

безліч елементів; єдність головної мети для всіх елементів; відносна самостійність елементів; наявність зв'язків між елементами; цілісність і єдність елементів структури; чітко виокремлене управління. Найбільш значущими з них є наявність складових елементів або частин, що утворюють внутрішню структуру цілого (наприклад компонентна, елементна та функціонально-структурна організація, сукупність функціонально й спеціалізовано пов'язаних цілісних територіальних систем у межах ієрархічно вищого територіального утворення тощо); наявність стійких взаємозв'язків між елементами, компонентами, структурами, які впорядковують їх у доцільну єдність, систему. Таке розмаїття системних ознак, з одного боку, свідчить про складність об'єкта, а з іншого – про відсутність напрацювань з пріоритетної конкретики ознак. Зважаючи на наявність у складних системах стабільного контролю з боку їх інваріантів, пріоритетними системними ознаками повинні бути стабільність функціональної організаційної структури, особливості міжсистемних інваріантно контрольованих відносин, інваріантно контрольована організаційна цілісність, положення на стрілі цільового організаційного розвитку.

Такі організаційно-системні ознаки доцільно розглянути на прикладі найскладніших територіальних утворень – ландшафтних. Отже, ознаки ландшафтних систем сприймають як:

- ландшафт має п'ять універсальних ознак: місце, яке надає ландшафту його «першовластивості»; ризома, що являє собою зв'язаність кожного елемента ландшафту з іншим; геокомпонентність – гідросфера, літосфера, атмосфера, біосфера, педосфера тощо; емерджентність, яка виявляє особливі властивості ландшафту, котрі не притаманні його компонентам; зв'язок із Космосом, завдяки якому ландшафт перестає бути замкнутим у собі, виходить за межі «Сферосу» Емпедокла (Тютюник, 2002);
- ландшафт має чотири інваріантні ознаки: його основою є певний простір, причому замкнений (з явими чи уявними межами); цей простір упакований елементами, які різняться між собою за їхнім місцем у ньому; упаковка елементів має не випадковий характер, а є характерною конфігурацією, що визначається зв'язками між місцями, які ці елементи займають; риси цієї конфігурації не приховані, а «лежать на поверхні», створюють образ, за котрим можна побачити глибинну сутність цього простору (Гродзинський, 2005).

Узагальненими ознаками ландшафту можна вважати не лише простір його розміщення, а й міжсистемні зв'язки в цьому просторі; кожна ландшафтна система є п'ятикомпонентною. Тому це не індивідуальна, а загальна ознака ландшафтів; ознака емерджентності свідчить про глибину внутрішнього й зовнішнього контролю за організованістю ландшафтною системи; безперервна міливість ландшафтних утворень реалізується в

ознаці інваріантно контрольованої цілеспрямованості; до пріоритетних належать також ознаки складності ландшафтів, як от: 1) багатоелементність та поліструктурність, гетерогенність елементів частин косної й живої природи, які до нього входять, а також людина; 2) різноманітність внутрішніх і зовнішніх зв'язків; 3) різноманітність станів; 4) ієрархічність, топологічна різноманітність та індивідуальна неповторність кожного ландшафту. Усі ці пріоритетні ландшафтні ознаки є інваріантно контрольованими, що надає їм відповідної просторово-часової стабільності.

Загалом, багатовимірним ознаковим простором вважають такий простір, осями якого є внутрішні характеристики ландшафту (Гродзинський, 2005 б). Тобто він вибудовується внутрішніми характеристиками природних територіальних систем, які є взаємопов'язаними й структурованими системними емерджентними властивостями. Має дуальний характер – компонентно-ознаковий і системно-ознаковий. Компонентно-ознакові характеристики репрезентують індивідуальні властивості ландшафтоформувальних компонентів. Системно-ознакові – індивідуально-інваріантно-функціональні ознаки певної територіальної системи як цілісного утворення. Вони, зі свого боку, поділяються на внутрісистемні (є відображенням емерджентно-структурної індивідуальності системи) й зовнісистемні (характеризують просторово-часовий стан взаємодії системи з її функціональним оточенням).

Взаємопов'язані структуровані системні емерджентні властивості завжди характеризуються наявністю тотального контролю й обмежень в інтенсивності виявлення. Такі функції виконують лише інваріанти територіальних систем. Отже, багатовимірний ознаковий простір є інваріантно контрольованим явищем із відповідними обмеженнями. Те, що він має дуальний характер, свідчить про його всепроникність до організованості систем.

Ознаковий простір компонентний характеризується не лише компонентною взаємопов'язаністю, а й компонентною індивідуальністю, яка насамперед проявляється в їх динамічності. Наймеш динамічним є ознаковий простір літогенної основи. Він характеризується найбільшою консервативністю інваріантною підтримки, та це не свідчить про його стійкість. Навпаки, наявність незначної динамічної складової призводить до вразливості внаслідок навіть незначних зовнішніх впливів. Біотичні й зоокомпонентні ознаки характеризуються надзвичайно потужною динамічною складовою, а тому вони досить стабільні як у часі, так і в просторі. Інваріанти територіальних систем мають на них послаблений вплив, тому вони відзначаються значною не лише індивідуальністю, а й слабкою міжсистемною диференційованістю. Навіть у випадку руйнування інваріанта системи внаслідок її якісного розвитку біотичні й зооознаки можуть залишатися незмінними. І все ж таки, оскільки компонентна організованість територіальних систем є структурною складовою загальної системної

цілісності, вони підпорядковані загальносистемним залежностям, зокрема інваріантним і пов'язаним із ним організаційним механізмам. Як наслідок, компонентні залежності також мають ознаки контролю цими залежностями.

Щодо системно-цілісних ознак, які є індивідуально-інваріантно-функціональними, то вони значною мірою є наслідком фонових явищ, зокрема міжсистемних. Суттєва роль тут належить інформаційним явищам. Недостатність на сьогодні дослідження цих природних феноменів сприяє переведенню їх до гіпотетичного поля взагалень. Водночас навіть такий підхід надає змогу робити певні узагальнення. Системно-цілісні ознаки найбільшою мірою відображають емерджентні явища в системах. Отже, вони є наслідком дії глибинних внутрі- й міжсистемних контрольних і регулювальних механізмів, а тому характеризуються значною стабільністю. Крім того такі ознаки відображають функціональну цілісність як систем, так і їх інваріантів. Щодо динамічних системно-цілісних ознак, то вони є відображенням контрольованого й навіть програмованого цільового розвитку територіальних утворень, а тому є диференційовані за наявними еволюційними стадіями систем від зародження й до закономірного руйнування. Оскільки такі ознаки значною мірою мають фоновий характер, то вони відображають специфіку організаційно-процесних співвідношень між дотичними територіальними системами. При цьому їх просторова диференційованість відображає особливості в просторових відмінностях між цими системами.

Отже, уся сукупність різноманітних ознак у природних територіальних системах є інваріантно контрольованим явищем, котре дає змогу індукувати наявні стани цілісних територіальних утворень та їх інваріантів.

14. ІНВАРІАНТНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

В основу будь-яких властивостей покладено атрибути (від лат. *attributum* – додане). Їх сприймають як:

- властивості об'єктів, такі як чисельність планетарних електронів, швидкість тощо (Hall, Fagen, 1956);
- речі (компоненти та елементи), відношення й властивості (Круть, 1978);
- суттєву невід'ємну властивість предмета або явища (Ожегов, 1986);
- ознаку або предмет, котрі становлять характерну прикмету когось, чого-небудь (Великий тлум. словник, 2004);
- те, що притаманне Всесвіту як живому (Межжерин, 2004).

Отже, до атрибутів, наприклад, природних територіальних систем належать їхні властивості, які становлять видову (компонентно-видову, системно-видову, функціонально-видову) приналежність системи (характеристики системоформувальних компонентів, емерджентна структурна складність, інваріантний діапазон інтенсивності функціональних ознак системи з навколишнім середовищем). Загалом, поняття «властивість» трактують як:

- емерджентно-інваріантні ознаки систем. Те, що в об'єкта не можна відняти, не змінивши при цьому його, писав у II столітті до н. е. видатний поет і філософ Тит Лукрецій Кар, має назву властивість;
- сукупність факторів, яка виступає в якості агентів взаємодії компонентів природної системи між собою. Наприклад, вага, колір, об'єм, температура, хімічний склад, пристосованість до оточуючого середовища (Сочава, 1963);
- тотожна із собою основа речі (Гегель, 1974);
- сукупний наслідок взаємодії елементів системи між собою й системи із середовищем (Сетров, 1975);
- те, що дає можливість відрізнити один предмет від іншого або, навпаки, поєднувати їх, при цьому будь-який довільний об'єкт може бути описаний нескінченним набором властивостей (Пузаченко, Скулкин, 1977);
- категорія, яка є виразом одного з проявів сутності об'єкта у відношеннях з іншими об'єктами; це характеристика подібності об'єкта до інших або відмінності між ними. У властивостях об'єкта проявляється внутрішня сутність не лише його самого, але й системи зв'язків, відношень, у яких цей об'єкт функціонує. Властивості поділяються на атрибутивні, усезагальні, специфічні, головні й неголовні, суттєві та несуттєві, необхідні й випадкові, зовнішні та внутрішні й ін. (Філософський словник, 1986);

- властивості існують у двох іпостасях. По-перше, властивості можуть бути у невираженому вигляді, у формі можливості й готовності до прояву. Вони внутрішньо властиві будь-якому компоненту та проявляються лише у відповідь на вплив навколишнього середовища. По-друге, властивості проявляються в явному вигляді у формі реакції, як відповідь на вплив (Соколов, 2002);
- особливість об'єкта, яка може проявлятися в процесі виробництва (або створення, формування, побудови, підготовки) й споживання (або експлуатації, використання, застосування) відповідно до його призначення (Старіш, 2005);
- сторона предмета, яка зумовлює його різницю чи схожість з іншими предметами та проявляється під час взаємодії з ними (Добровольський, 2006);
- властивість певної речі (Поскряков, Любинская, Уемов, 2007);
- системна категорія, яка формується взаємозв'язками й взаємовідношеннями як із внутрішніми структурними частинами об'єкта, так і з його оточенням (середовищем), та характеризується емерджентно-інваріантними ознаками (Петлін, 2009);
- приналежність об'єкта (елемента) до певного класу речей, явищ, яка ні якісно, ні кількісно не змінює його (тобто не утворює внаслідок такої приналежності нового явища, предмета, об'єкта) (Гнатів, Хірівський, 2010);
- сукупність кількісних і якісних ознак, притаманних чому-небудь чи кому-небудь. На основі виявлених властивостей визначається подібність чи відмінність між об'єктами пізнання (Буян, 2015);
- емерджентно-інваріантна ознака систем, сформована сукупністю наслідків зв'язків, відношень, реакцій, взаємодії елементів, компонентів і внутрішніх структур системи між собою та із середовищем, що інваріантно притаманно системам (Петлін, 2019).

Отже, властивість є категорією, яка репрезентує емерджентно-інваріантні ознаки об'єкта, а також наслідок міжкомпонентних взаємодій та об'єкта із середовищем. Природні властивості поділяють на два класи – компонентні й системні.

Вважають, що до властивостей природних компонентів належать (Естетика и дизайн ландшафта, 2010): 1) речовинні (механічний, фізичний, хімічний склад); 2) енергетичні (температура, енергія гравітації, тиск, біогенна енергія й ін.); 3) інформаційно-організаційні (склад, структура, просторова та часова послідовність, взаємне розміщення й зв'язки). Чи має до цих властивостей стосунок інваріант об'єктів? Безумовно. Якщо природний об'єкт характеризується наявністю інваріанта, то він власною стабільністю надає відповідної просторово-часової стійкості й певним властивостям природних компонентів.

Щодо комплексних властивостей, то це якість, що характеризує об'єкт загалом, а не окремі його властивості (Добровольський, 2006). Отже, це властивість природних утворень мати механізми, які забезпечують їм якісну індивідуальність у межах певного географічного простору та часу. Комплексні властивості можуть бути як системного, так і несистемного характеру. Системна комплексна властивість обов'язково характеризується наявністю емерджентної якості. Комплексна – є спрощеною сукупністю елементів, де внутрішні взаємозв'язки не утворюють емерджентного ефекту, наприклад властивості уламку скельної породи (Петлін, 2018). Водночас властивість цілісності виникає й підтримується інваріантами цілісних об'єктів. Тобто сукупність комплексних властивостей у територіальних утвореннях – це інваріантно підтримувальна їхня якість, що надає їм просторово-часової цілісності.

Будь-який комплекс характеризується властивістю композиційності. Поняття «композиція» розуміють як співвідношення окремих частин (компонентів), що утворюють одне ціле (Стадницький, Комарницький, Товкан, 2010). Водночас поняття «композиційність» означає:

- зовнішній прояв будови, структури, розміщення як наслідок взаємного зв'язку складових частин певної єдності (Петлін, 2010);
- стан і властивості системи, які залежать переважно не від властивостей її елементів, а від композиції, тобто зв'язків між ними (Мельник, 2016).

Отже, властивість композиційності насамперед є закономірною сукупністю зв'язків, яка й формує комплексну цілісність. Крім того, це властивість системи, яка визначається засобом поєднання елементів у підсистеми. Розрізняють підсистеми ефекторні (спроможні перетворювати вплив і впливати речовиною або енергією на інші підсистеми й системи, а також водночас на середовище), рецепторні (здатні перетворювати зовнішній вплив на інформаційні сигнали, передавати інформацію) і рефлексивні, які спроможні відтворювати у своїх межах процеси на інформаційному рівні, генерувати інформацію. Отже, існує повна композиційна властивість систем, яка містить підсистеми: ефекторну, рецепторну та рефлексивну, а також слабка композиційна властивість систем, котра не містить (до елементарного рівня) підсистем з вараженими властивостями (Дружинин, Конторов, 1976). Постає запитання: чи об'єкти зі слабкою композиційною властивістю характеризуються наявністю інваріантів? У спрощеному вигляді так. Такі інваріанти не утворюють внутрішнього функціонального різноманіття об'єктів і, як наслідок, слабо сприймають впливи навколишнього середовища. Така загальна нейтральність приводить до утворення внутрішньої замкнутості. У природі таких територіальних утворень не існує, це цілком теоретичні конструкції.

Загалом, властивості композиційна, ефекторна, рецепторна, рефлексивна (можливі комбінації) не лише містять підсистеми з вираженими функціями (Дружинин, Конторов, 1976) – вони функціонально «вписані» до навколишнього середовища і, як наслідок, утворюють з ним одне функціональне ціле. Тут властивості об'єкта як функціонального цілого визначаються не лише й не стільки властивостями його окремих елементів, скільки властивостями його структури, особливими його інтегративними зв'язками (Садовський, 1974). Структурно-функціональна організованість природних об'єктів на фоні сукупності багатьох властивостей характеризується саме властивостями структурними, які представлені складом, зв'язністю організації, складністю, масштабністю, просторовим виявленням, централізованістю, об'ємом та ін. (Гольшев, 2011). Сукупність таких властивостей обов'язково повинна бути контрольованою для утворення з них єдиного функціонального цілого. Таким контрольним механізмом у природних об'єктах виступає їх інваріантність. При цьому такий інваріантний контроль безперервний. Саме завдяки йому виникають системні й міжсистемні територіальні утворення.

Вважають, що системні властивості містять не лише цілісність і неадитивність (властивість системи, яка втілює уявлення про те, що ціле має властивості, що не можуть бути виведені як наслідок із властивостей окремих частин, Геселева, Заріцька, 2013), а складне поєднання й суміщення властивостей цілісності та розчленування, інтегрованості й водночас виділеності частин із їх неоднорідністю, різноманітністю, диференціюванням. Поєднання низки визнаних атрибутів надає системним властивостям такої самої атрибутивності (властивості речей-систем, які зумовлені їх атрибутивними відношеннями), яке можна назвати комплексністю, на противагу від простих атрибутів (Кремянский, 1977).

До загальносистемних властивостей належать цілісність, стійкість, спостережуваність, керованість, детермінованість, відкритість, динамічність та ін. (Гольшев, 2011), а також емерджентність, багаторівнева структура, комунікативність і наявність процедури контролю (Баженов, Ісаєнко, Сталкін та ін., 2006). Не важко побачити, що ці властивості водночас належать інваріантам територіальних систем. Отже, саме інваріанти надають системним властивостям системності.

Природні територіальні системи відкриті й нелінійні, тобто вони відповідають таким якостям: а) спостерігаємо незворотність стану (найважливіших параметрів); б) переривчастість характеристик мінливості найважливіших параметрів; в) невизначеність поведінки системи (розвиток того чи іншого сценарію часто може залежати від випадкової незначної події); г) динамічна невірноваженість; д) несиметрійність взаємодій внутрішніх і зовнішніх чинників (наслідок механізмів додатного зворотного зв'язку); е) мінливість ключових параметрів системи залежно від часу й/або

простору; ж) невідповідність суперпозиційному принципу (Мельник, 2005). Принцип суперпозиції сформований П. Кюрі (Кюрі, 1976) на сьогодні має декілька трактувань:

- допущення, відповідно до якого результатний ефект складного процесу впливу є сукупністю ефектів, які викликані кожним ефектом зокрема, за умови, що ефекти не взаємовпливають (Хорошавина, 2005);
- за накладання декількох явищ різної природи в одій і тій самій системі їхні дисиметрії додаються. Елементами симетрії залишаються лише ті, які є загальними для кожного явища, взятого окремо. Інша його інтерпретація – сума рішень є рішенням, або інакше – результат сумарного впливу на систему є сума результатів, так званий лінійний відгук системи, прямо пропорційний впливу (Буданов, 2006).

Отже, властивість нелінійності обов'язково повинна бути контрольована особливостями системи, до якої вона належить. При цьому, чим жорсткіший такий інваріантно-системний контроль, тим система на фоні більш вузького коридору інваріантно обмеженого розвитку стає більш вразливою з боку деструктивних зовнішніх впливів.

Оскільки природні територіальні системи є утвореннями, що самоорганізуються, то значну роль у їх організованості відіграють властивості, пов'язані з їх самоорганізованістю. До таких властивостей належать: 1) система, що самоорганізується, зберігає стан термодинамічної рівноваги; 2) негентропійний характер системи, що самоорганізується забезпечується використанням інформації; 3) система, що самоорганізується, характеризується функціональною активністю, яка проявляється в протидії зовнішнім силам; 4) система, що самоорганізується, характеризується вибором напряму поведінки; 5) цілеспрямованість дій; 6) гомеостаз і пов'язана з ним адаптивність системи (Хорошавина, 2005). Такі складні організаційні властивості в поєднанні потребують безперервного й доволі жорсткого контролю. При цьому такий контроль повинен бути дуальним: внутрі- та зовнісистемним. Тобто повинен здійснюватися внутрі- і зовнісистемним інваріантами. Лише в цьому випадку в системі відбудеться узгодження внутрішньої та зовнішньої мінливості.

Значна кількість територіальних утворень перебуває під впливом і функціональним контролем людини. Територіальні утворення, які виникають унаслідок цього, отримали назву «геосистеми». Їх сприймають як ділянки ландшафтної сфери Землі, котрі управляються або контролюються людиною, мають характерні процеси тепло- й вологообміну, біогеохімічні колообіги, певні види господарської діяльності та соціокультурні відносини. У складі геосистем присутні три основні групи компонентів: геосистеми (ландшафти); людина (соціальні, професійні, етнічні та інші групи людей); господарсько-економічні підсистеми (зокрема технічні) (Шищенко, Гаври-

ленко, 2017). Зауважимо, що територіальні системи, які перебувають під експлуатацією та контролем людини, є нестійкими в просторі та часі, створюють деструктивні збурення на рівні міжсистемних взаємодій, переривають цільову спрямованість, якою характеризувалися системи в природному режимі функціонування, характеризуються пришвидшеним накопиченням ентропії на фоні спрощення внутрісистемного різноманіття. Такі територіальні утворення є нестійкими, їх існування суттєво скорочене в порівнянні з природними системами, а тому вони потребують постійного внесення енергії з боку людини. Отже, людина неначе консервує геосистеми на певному етапі їх обов'язкового еволюційного розвитку. Та якщо не буде вчасно внесено утримувальних засобів, то система здатна вибухово відновити міжсистемну еволюційну ситуацію, тобто перейти до еволюційної стадії, яка повинна була існувати без утримувальних засобів. Виникає явище техногенної катастрофи. Отже, для задовільного підтримування станів геосистем людина повинна безупинно пристосовувати свої дії до їх міжстанової мінливості.

Загальними властивостями природних геосистем вважають:

- поділяють на три основні групи: загальні, відносно специфічні й емерджентні, які характеризують їх та виділяють із численних інших природних об'єктів, що поряд розміщені або містяться в них (Зубов, 1985). До властивостей найбільш загальних відносять цілісність, унікальність, ієрархічність. Щодо специфічних – стійкість, саморегулювання (далеко не самоорганізація), взаємодієвність компонентів, структурність і функціональність. Властивості емерджентні реалізуються ними як цілісними утвореннями; до них, наприклад, належать продукування й деструкція органічної речовини, спроможність накопичувати органічну речовину та виділяти кисень в атмосферу, родючість ґрунтів, здатність оптимізувати умови життя;
- серед основних властивостей природних геосистем, які потрібно враховувати в будь-якому географічному дослідженні, можна назвати такі. *По-перше*, природні геосистеми – це складні, цілісні, просторово-часові відкриті системи. Природною геосистемою найвищого рангу є географічна оболонка, тобто складна матеріальна відкрита динамічна система, яка змінюється в часі й просторі. *По-друге*, оскільки кожна з природних геосистем є фрагментом епігеосфери, їй притаманна низка властивостей цієї оболонки. Геосистема має зв'язки не лише між своїми складовими частинами та сусідніми одноранговими геосистемами, але й із геосистемами більш високого рангу, а також із внутрішніми оболонками Землі та космічними системами. *По-третє*, зв'язки в природних геосистемах можуть бути вертикальними й горизонтальними, прямими та зворотними. *По-четверте*, природні геосистеми здатні до саморегулювання та самоорганізації. *По-п'яте*,

природні геосистеми як цілісні утворення мають просторову організацію – одночасно диференціацію й інтеграцію, що є результатом їх розвитку (Гавриленко, 2008).

Отже, головними властивостями геосистем є цілісність, унікальність, ієрархічність, стійкість, саморегульованість, взаємодіючість компонентів, структурність і функціональність. До них потрібно додати внутрішнє різноманіття й цілеспрямованість у розвитку. Водночас усі ці властивості виявляються інваріантно контрольованими та інваріантно залежними. Як наслідок, вони утворюють єдину інваріантно-власивісну цілісність.

Щодо ландшафтних систем, які часто не зовсім правомірно ототожнюють із геосистемами, то їхні властивості сприймають як внутрішньо складні й різнорангові множини, більшість яких становлять природні, іманентні, внутрішньо притаманні властивості ландшафтів, а меншу – антропічно набуті, зокрема й індивідуально та колективно сприйнятні властивості (Пащенко, Костащук, 2007). Саме ландшафтні системи характеризуються всім спектром інваріантно контрольованих і навіть інваріантно організованих властивостей. Водночас сукупність сучасних ландшафтних систем найчастіше розглядають із гуманістичною, естетичною, сакральною тощо поглядів.

Властивості гуманістичних ландшафтів сприймають як:

- об'єктивні матеріальні речовинні й польові та суб'єктивні ідеальні властивості ландшафтних комплексів – їх естетичні, етнокультурні, меморіальні, особистісно-духовні й сакральні цінності (Пащенко, 2006);
- охоплюють щонайменше три групи характерних властивостей і рис природи: естетичні властивості ландшафтів (краєвидно-пейзажні), зумовлені генетичними, азональними та зональними, геоматичними й біотичними, а також привнесеними антропогенними рисами ландшафтів регіону (властивості, які пов'язані з відчуттям, предметним сприйняттям та оцінюванням людиною краси ландшафтних комплексів й окремих їхніх компонентів); сакральні властивості ландшафтів – насамперед енергетичні, пов'язані з унікальними святими місцями позитивних енергетичних аномалій (особливі переважно позитивно-енергетичні властивості святих місць у природі, з якими пов'язані духовні та релігійні потреби суспільства й особистісні потреби громадян); етноформувальні та ментальноформувальні сутнісні речовинно-польові й фізіономічно-образні (теж краєвидно-пейзажні) риси, що є нерозривними із речовинно-польовими матеріально-енергетичними рисами й становлять із ними сутнісно-образний архетип рідного краю: відмінний від інших, неповторний, упізнаваний для представників певного етносу. Це речовинно-польові та краєвидно-пейзажні реалії. Як сутнісно-образні архетипи вихідних, визначальних

місцевостей і регіонів в історії етносу, ці гуманістичні риси ландшафтів мають високий ступінь об'єктивізації – вони усталені ціннісним історично спадковим сприйняттям цілого етносу, принаймні високодуховну кількість інших складних властивостей певною його частиною (Фадієнко, 2009).

Отже, узагальнено гуманістичні властивості ландшафтних систем сприймають як естетичні, сакральні, пейзажні тощо. Тобто гуманістичні властивості є усукупненими, які генерують певну кількість інших складних властивостей.

Постає запитання: чи такі властивості є інваріантно залежними? Оскільки організаційною сутністю ландшафтних утворень є їх інваріанти, то така залежність повинна існувати, водночас вона стосується не самих сутностей гуманістичних властивостей, а їх просторово-часової стабільності, стисненої або видовженої мінливості, співвіднесення з ландшафтною еволюцією тощо. Отже, інваріантна залежність гуманістичних властивостей ландшафтних систем є певном чином опосередкованою.

Виокремлюють і фундаментальні властивості ландшафтів. Так, фундаметальні властивості ландшафтів та ландшафтної оболонки сприймають як такі, що притаманні всім без винятку ландшафтним утворенням. До них належать зональність, а зональність, цілісність, континуальність, дискретність, стійкість, системність, організованість тощо. Тут зведені до одних властивості місцеположення, організованості, властивості меж (граничних переходів). Властивості місцеположення не контролюються інваріантами систем, вони можуть бути співвіднесені з інваріантами ієрархічно вищих територіальних утворень, уключаючи ландшафтну сферу. Організаційні властивості ландшафтів та їхніх меж інваріантно контрольовані й інваріантно залежні. Отже, фундаметальні властивості ландшафтних систем і ландшафтної оболонки інваріантно не збігаються.

Певними особливостями відзначаються властивості, які індикують стратегічні явища в природних територіальних системах. Загалом, поняття «стратегія» (похідне від грец., що означає вмиле керівництво) трактують як:

- план поведінки або дії, складений для вирішення певних проблем (Философская энциклопедия, 1970);
- сукупність пристосувань, що дають змогу видові існувати разом з іншими видами й посідати певне місце у фітоценозі (Работнов, 1980);
- сукупність взаємоадаптованих ознак, сформованих завдяки природному добору в певних умовах середовища, або сукупність подібних чи аналогічних генетичних рис, які широко розповсюджені серед видів і популяцій та проявляються в екологічній подібності останніх (Романовський, 1989);
- здатність живих організмів витратити різну кількість ресурсів на розмноження, що є специфічною ознакою виду (Mac Arthur, 1975;

- Moore, 1976; Pianka, 1970). За величиною затрат ресурсів види поділяються на конкурентів (К-стратегія) і рудералів (R-стратегія);
- комплекс пристосувань, спрямованих на виживання та відновлення організмів (Миркин, 1985). Існує тріада виживання: здатність протистояти конкуренції; захоплювати той чи інший об'єм гіперпростору; переживати зумовлені біотичними й абіотичними факторами стреси й відновлюватися після порушень;
 - стратегія зумовлюється двома видами факторів – стресом і порушеннями (Grime, 1974, 1978, 1979; Романовський, 1989);
 - тип стратегії – це узагальнена біологічна характеристика, яка означає набір властивостей та ознак, завдяки яким вид посідає певне місце в угрупованні (Заугольнова, 1988);
 - термін «стратегія» ідентичний терміну «поведінка» (Смірнова, 1987);
 - стратегія популяцій – сукупність пристосувань, рис і властивостей, які проявляються в процесі реалізації генотипів особин у мінливих умовах біотичного, абіотичного й антропогенного середовища та забезпечують їй тривале існування, можливість захоплювати вільні екологічні ніші, переживати стреси та відновлювати свою структуру й функції (Царик, 1994);
 - стратегія життя виду – це інтегрована характеристика стратегій і тактик його популяцій (Стратегія популяцій..., 2001);
 - стратегія ландшафтної системи – сукупність взаємоадаптованих ознак, рис і властивостей ландшафтних систем, які забезпечують їй пристосування до мінливих умов природного та антропогенно модифікованого середовища й спрямовані на виконання програми індивідуальної та групової еволюції (Петлін, 2006);
 - закономірна система умов взаємоіснування взаємодіючих територіальних систем в часі та просторі; система врахування групового в єдності зі збереженням індивідуального; речовинно-енергетична та інформаційна система, що забезпечує єдність локального (локально-групового) й глобального; програма та водночас засіб самореалізації природних територіальних утворень (Петлін, 2006).

Отже, стратегія територіальних систем належить до найбільш повних їхніх індикаційних характеристик, які розкривають не лише їх організаційний стан, а й положення на стрілі організаційного розвитку. Відповідно, вони найбільш повно мають залежності від їх інваріантів. Тобто перебувають під порівняно жорстким інваріантним контролем і внаслідок розвинених емерджентних властивостей повною мірою відчують контрольний і корегувальний вплив з боку міжсистемних інваріантів.

Стратегічні властивості територіальних систем багатоваріантні. Для прикладу розглянемо організаційно-стабілізувальну внутрісистемну стратегію. Вона представлена узгодженою сукупністю взаємоадаптованих умовних

внутрішніх функцій, ознак, рис і властивостей природної територіальної системи, які забезпечують її структурно-інваріантне функціонування в нормальних амплітудах ритму в процесі закономірної еволюційної мінливості й відносної нестійкості природного та антропогенно модифікованого середовища (Петлін, 2007). Загальний механізм реалізації такої стратегії систем має у своєму розпорядженні такі складники: плаваюча ритміка інтенсивності зв'язків між внутрісистемними структурними складовими; механізм компенсації аномальних функціональних ритмів; механізм розведеної в часі передачі реакції системи на навантаження за її компонентним складом; наявність функціональних стабілізуючих точок тяжіння для мінливих параметрів системи. Кожна із зазначених складових характеризується власними засобами стабілізації територіальної системи. Та водночас кожна з складових серед сукупності контрольних механізмів має головний – інваріантний.

Отже, інваріантні властивості стратегії природних територіальних систем полягають в існуванні граничних меж виявлення стратегії впродовж характерно-динамічного часу (час між початком стану зародження системи та закінченням стану її руйнування з урахуванням тривалості періоду повернення будь-якої властивості системи до вихідного стану після флуктуаційних природних або антропогенно спровокованих змін) системи (Петлін, 2016б). Такі властивості завжди актуальні, безперервно впливають на загальну організованість систем, а тому є організаційно важливими.

Оскільки будь-яка територіальна система перебуває в безперервній функціональній мінливості, організаційно важливими є функціональні властивості. Найчастіше їх сприймають як результативність, ресурсоемність, оперативність, активність, потужність, мобільність, швидкодія, готовність, економність та ін. (Гольшев, 2011). Такий широкий спектр функціональних властивостей систем завжди організаційно узгоджений. Він характеризується взаємодоповненістю, урівноваженістю й своєчасністю застосовуваності. Подібне функціональне явище обов'язково повинно бути контрольованим і, за необхідності, організаційно корегованим. Таку функцію в територіальних системах покладено на їхні інваріанти. Саме вони, завдяки інформаційній суті, спроможні швидко реагувати на ситуаційну мінливість й актуалізувати ту чи іншу функціональну властивість.

Із функціональними властивостями територіальних систем тісно пов'язані властивості еквіфінальності. Поняття «еквіфінальність» (від лат. *aequus* – рівний і *fins* – кінець) запропоновано л. фон Бергаланфі для опису закономірностей у відкритих системах. Його сприймають як:

- спроможність системи досягати певного стану, який не залежить ні від часу, ні від її початкових умов, а визначається лише її параметрами (Качала, 2007);

- спроможність систем досягати кінцевого результату, незалежно від проміжкових станів (Маца, 2008).

При цьому не вивченими залишаються питання: які саме параметри в конкретних системах забезпечують властивість еквіфінальності? Як забезпечується ця властивість? Як проявляється закономірність еквіфінальності в організаційних системах? Незважаючи на ці невирішені питання, зрозумілим є те, що досягнення системою певного стану, навіть якщо він не залежить від початкових умов, повинно бути реалізовано в межах інваріантно дозволеного коридору системної мінливості, тобто явище залишається інваріантно контрольованим. Сама властивість еквіфінальності означає, що, на відміну від положень рівноваги в закритих системах, повністю детермінованих початковими умовами, відкрита система може досягати незалежного від часу стану, який не залежить від її вихідних умов і визначається винятково параметрами системи (Гнатів, Хірівський, 2010). Додамо, що й водночас обмеженими впливами системних інваріантів.

Щодо властивості ієрархічно ускладнених систем, то це обов'язково системна категорія, яка формується сукупністю внутрішніх і зовнішніх взаємозв'язків та взаємовідношень, а отже, характеризується ієрархічною ускладненістю в межах емерджентно-інваріантної визначеності відповідного системного утворення (Петлін, 2018).

Якщо будь-яка природна територіальна система існує – вона відповідає певним ознакам гармонійності. Відповідно гармонійна властивість це усукупнена ознака, сформована внутрішніми та зовнішніми проявами гармонійного контролю, а тому забезпечує внутрісистемну й зовнісистемну гармонійність систем, її стабілізаційні функціональні особливості (Петлін, 2019). Оскільки гармонійність пронизує всю організованість територіальних систем, то вона обов'язково інваріантно контрольована. І чим вищий ступінь гармонійності тим більш жорсткий у системі інваріантний контроль.

Певними особливостями відзначаються в природних територіальних системах властивості диверсифікації. Загалом, поняття «диверсифікація» (від лат. *diversus* – різний і *ficatio* – роблю) характеризує розширення сфер діяльності, номенклатури продукції виробництва, створення на основі виробничого об'єднання багатогалузевих комплексів, ландшафтно-екологічне різноманіття, природні й соціальні функції сучасних ландшафтів. Так, різноманіття складників соціальних і природних систем розуміємо як результат просторової диверсифікації процесів у названих системах з екологічним, соціальним і культурним вимірами (Шищенко, 2003). Безпосередньо властивості диверсифікації в територіальних системах полягають у їхній багатофункціональній спеціалізації щодо забезпечення гармонійного стану свого плеромного (цілісне функціональне природно-територіальне утворення, яке виникає внаслідок взаємодії будь-якої ландшафтно-системи

з власним ландшафтним оточенням і яке здійснює контрольні-корегувальні функції щодо цієї системи) середовища (Петлін, 2016а). Отже, міжсистемний характер територіальної диверсифікації свідчить про наявність у цій властивості міжсистемного інваріантного контролю з урахуванням внутрісистемних інваріантних особливостей.

У геофізичному плані територіальні системи характеризуються певними властивостями ізотропності. Поняття «ізотропність» (від грец. *ισος* – рівний, однаковий і ...тропія) означає однаковість фізичних величин системи в усіх напрямках (Словник іншомовних слів, 1975). Відповідно, властивість ізотропності в природних територіальних системах характеризує однаковість властивостей фізичних об'єктів у різних напрямках. Наприклад, в ієрархічно ускладненій системі властивості організації її складових ізотропні (Петлін, 2018). Постає запитання: чи інваріанти територіальних систем впливають на появу в них ізотропності? Одразу зауважимо, що ізотропність у таких утвореннях дещо умовна, оскільки абсолютної однаковості властивостей ніколи не спостерігаємо. Водночас ізотропними є організаційні залежності, котрі завжди контролюються системними інваріантами.

Більш інваріантно залежними є властивості інерційності. Поняття «інерційність» розуміємо як:

- спроможність системи зберігати свій стан (рівномірний прямолінійний рух або спокій) щодо діючих на неї сил;
- спроможність геосистем протистояти зовнішнім збуренням і зберігати свій стан, тобто інваріантні риси структури й функціонування, протягом заданого інтервалу часу (Исаченко, 2003);
- спроможність ландшафту затримувати на деякий час реакцію на зовнішній вплив, зменшуючи при цьому амплітуди цих «відкладених» коливань (Гродзинський, 2014).

Отже, властивість інерційності в територіальних утвореннях реалізується в їх спроможності зберігати свій стан (рівномірний прямолінійний рух або спокій) щодо діючих на неї сил або здатність геосистем протистояти зовнішнім збуренням і зберігати свій стан, тобто інваріантні риси структури й функціонування впродовж заданого інтервалу часу (Исаченко, 2003). Це один з основних функціональних механізмів природних територіальних систем, спрямований на їхню функціональну стабілізацію та «стирання» стрімкості настання перехідних станів. Про інтенсивність цього явища найкраще свідчить інерційність систем у стані їхньої самоорганізації у вигляді властивості зберігати в такому стані еволюційно-трансформаційний напрям розвитку, незважаючи на практично будь-які зовнішні впливи. Виявляти інерційність системи здатні лише внаслідок спрямованої дії контрольних, насамперед інваріантних, механізмів. Саме вони спрямують уповільненню реакції системи на певні зовнішні збурення й

таким чином сприяють загальній її організаційно-функціональній стабільності.

Оскільки інваріанти природних територіальних систем є інформаційними утвореннями, то їм, а також контрольованим ними утворенням насамперед притаманні й інформаційні властивості. Отже, інформаційні властивості – це:

- властивості інформації, які простежуються у двох іпостасях. По-перше, можуть відображати явища в невираженому вигляді, які перебувають у формі можливості й готовності до прояву. Вони внутрішньо властиві будь-якому компоненту й проявляються лише у відповідь на вплив навколишнього середовища. По-друге, відображають явища в явному вигляді у формі реакції як відповідь на вплив (Соколов, 2002);
- явище, здатне відображати системні категорії природних об'єктів, зокрема емерджентно-інваріантного характеру, взаємозв'язки й взаємовідношення з внутрішніми структурними складовими об'єкта та з його оточенням (функціональним середовищем), а також сукупні організаційні прояви (Петлін, 2017).

Інформаційні властивості систем усеціло контролюються їхніми інваріантними властивостями, а тому належать до цілком інваріантно залежних. Поки система, а отже, і її інваріант, існують наявними є в них й інформаційні залежності.

Природні територіальні системи характеризуються тісними взаємозв'язками, котрі є взаємоадаптованими. Для цього вони повинні характеризуватись властивостями сумісності. Загалом, поняття «сумісність» трактують як:

- вияснення спільності елементів (систем, комплексів) за будь-якими властивостями, параметрами або за суттю, тобто сумісність є такою спільністю об'єктів, у деяких властивостях або за сутністю, яка забезпечує можливість їх взаємодії (Сетров, 1971);
- властивість за значенням суміжність (Великий тлумачний словник, 2004).

Сумісність у територіальних системах – це властивість їх існування. Саме тому вона потребує безперервного контролю, необхідного корегування, а відповідно тотального як внутрі-, так і міжсистемного відслідкування. Такі функції спроможна виконувати лише узгоджена сукупність внутрі- й міжсистемних інваріантів.

Водночас територіальні утворення не лише врівноважені та гармонізовані. У них спостерігають протилежні властивості, які забезпечують системами просторово-часову стабільність. Прикладом такої властивості є суперечність, котру сприймають як незбігання, відмінність, протидія, структурна або організаційна несумісність у процесі взаємодії між скла-

довими частинами системи. Завдяки наявності в природних системах суперечностей, зокрема у функціонуванні, вони зберігають функціональну симетрію й асиметрію. Чи повинні такі властивості мати інваріантну підтримку й, відповідно, контроль? Безумовно. Для того щоб унаслідок суперечностей організованість системи не перетворилася на хаос, вони повинні мати обмеження в прояві. Такі обмеження й задають суперечностям системні інваріанти.

Для фонового керування територіальними системами їх інваріанти використовують сукупність регулювальних механізмів. Поняття «регулювання» (від лат. *regula* – правило, норма) у природознавчих науках сприймають як:

- один з елементів керування; заходи з підтримки функціонування системи в заданому людиною або природою режимі (Сочава, 1963);
- процес зміни взаємозв'язку елементів системи, спрямований на її збереження (Сетров, 1971);
- упорядковувати, вносити порядок, систему в якусь діяльність; установлювати правильну взаємодію частин механізму (Словник іншомовних слів, 1975);
- здійснюється процес регулювання за допомогою речовинно-енергетичних та інформаційних взаємодій, при цьому якщо енергія й речовина визначають можливість дії, то інформація визначає можливість доцільного вибору цих дій (Янковский, 1997);
- дію, спрямовану на нормалізацію (стабілізацію) в просторі та часі функціональних процесів у природних територіальних системах (Петлін, 2006);
- керівний процес як між структурними складовими системи, так і між самими територіальними системами як цілісними утвореннями, спрямований на їх збереження у функціонально-гармонійному стані (Петлін, 2013).

Отже, явище регулювання означає елемент керування, спрямований на організаційну впорядкованість систем. Така системно-цілісна керівна дія обов'язково спирається на особливості системних інваріантів. При цьому регулювальні властивості є сукупністю ознак, спрямованих на приведення територіальних систем до заданого функціонування, динаміки та еволюції з метою впорядкування їх міжсистемного й внутрісистемного розвитку (Петлін, 2020).

У будь-якій природній територіальній системі властивості регулювання, обмеження, корегування та, нарешті, контролю спрямовані на забезпечення їм цільового розвитку. Безпосередньо властивості розвитку – це завжди певний прояв руху системи. Дарвін назвав свою теорію «теорією розвитку шляхом змін», підкреслюючи універсальність характеру розвитку. Розвиток як перехід з однієї стадії до іншої, від однієї якості до іншої

складається зі стадій руйнування й стадії виникнення, створення. Імпульс до розвитку міститься як у межах самої системи, так і в її функціональному середовищі; розвиток проявляється в одночасовому виникненні нової форми міжсистемної стійкості й відповідній щодо неї мінливості. Одне зумовлює інше. Мінливість виявляється як наслідок взаємодії внутрішніх властивостей системи та властивостей навколишнього середовища. Із чим більшою енергією зберігається певний стан об'єкта, з тим більшою енергією й швидкістю відбуваються його зміни, які з перебігом оформлення отримують стійкість, але вже іншого характеру; розвиток характеризується ритмічністю, тобто має власну структуру, пов'язану з природою системи. Наявність внутрішньої логіки, послідовності стадій процесу визначає шлях розвитку не лише прогресивних, а й регресивних змін територіального утворення. При цьому регресивні зміни переважно виникають унаслідок змін у навколишньому функціональному середовищі, що змінює балансові міжсистемні взаємовідносини; розвиток пов'язується з неспрямованою (флуктуаційною) мінливістю, тобто саме вона слугує основою для розвитку спрямованої тенденції як необхідності. Розвиток, за Дарвіним, – це перехід випадкових явищ, властивостей у необхідні; розвитку складноорганізованої системи співдіє взаємодія декількох чинників: часу як властивості протяжності й незворотності процесу; відносної ізольованості, унаслідок втрати системою зовнішніх контрольних функцій; відносної стабільності навколишнього функціонального середовища; кількості внутріструктурних компонентів; рівня диференційованості системи; чим більш різноманітні якості взаємопов'язаних об'єктів (як на міжсистемному, так і на внутрісистемному структурних рівнях), тим багатший спектр сумісних змін, тим більш змістовним і результативним є їх поєднувальний процес розвитку. Та діапазон цих зв'язків має межу, за якою втрачається специфіка цього конкретного виду розвитку; розвиток систем може відбуватися лише в межах материнської системи або із захопленням простору сусідніх систем (дисипація не лише енергії, а й речовини); складний процес розвитку гальмує слабкі якісні мінливості, котрі, зникаючи, підсилюють загальну тенденцію розвитку; виникнення спрямованості руху як умови розвитку пов'язане з просторово-часовими властивостями об'єктів. Розвиток об'єкта відбувається саме в той часовий відтинок, у межах якого існує цей об'єкт. І навпаки, простір і час мають у собі відбиток природи об'єкта і його специфіки; інтенсивність перебігу стадій розвитку – це функція часу: чим коротші періоди розвитку системи, тим вони більш виражені й функціонально диференційовані; розвиток характеризується не лише надбанням системою більш досконалих властивостей, а й наявністю умов для їх реалізації; для ускладненої організації природних систем характерний виділений Дарвіним «принцип економії»: скорочення тих структурних складових або їх функцій, які стали надлишковими за мінливості умов

середовища, але при цьому інші складові отримують відповідно пришвидшений розвиток. Вислів «природа не скупиться на різноманітність, але вкрай скупиться на нововведення» підтверджує те, що ускладнений розвиток, як і інші форми розвитку систем матеріального світу, характеризується наявністю взаємопов'язаних стадій, які підпорядковуються закону збереження й перетворення енергії. Якщо одна ланка або стадія в процесі еволюції інтенсивно розвивається, то пов'язана з ним ланка вповільнює темп свого розвитку. Ця властивість реалізується лише завдяки цілісності та є наслідком організації; організація й дезорганізація – діалектично пов'язані протилежності, які дають змогу системі еволюціонувати. Удосконалення системи пов'язують із підвищенням її інформаційного змісту; у момент розвитку на функціонально-організаційному плані система фактично перетворюється на сукупність енергій-процесів, оскільки всі її складові перебувають у стані інтенсивної мінливості; властивості самого процесу розвитку перебувають між зникненням однієї системи та виникненням якісно іншої (Хорошавина, 2005). Така широка характеристика властивостей розвитку водночас свідчить, що їх просторово-часове узгодження обов'язково потребує централізованого керівного й контрольного апарату. Такими і є інваріанти територіальних систем. Саме вони, завдяки фоновим внутрішнім й міжсистемним зв'язкам, спроможні всебічно підтримувати властивості розвитку й надання йому цільових функцій.

Розвиток територіальних утворень завжди відбувається з інтенсивністю певних мінливостей. Тобто системи перебувають у межах певного темпосвіту (термін запропоновано О. М. Князевою та С. П. Курдюмовим у 2005 р.). Його сприймають як:

- світ, визначальною характеристикою якого є один темп (загальна швидкість) розвитку всіх складних структур, що йому належать (Князева, Курдюмов, 2005);
- поняття, що враховує факт, за яким різні початкові впливи зумовлюють відмінність режимів функціонування наявних систем, тобто структури й системи мають різні темпи змін (Влах, Котик, 2019).

Підтримання системи в наближеному темпі розвитку, незважаючи на складність її внутрішньої структури, – завдання інваріантних системних властивостей. Такий інваріантний контроль не жорсткий. Так, наприклад, структурно-функціональні складові територіальних систем можуть розвиватись із дещо відмінними темпами, та узагальнювальний цілісно-системний темп завжди контрольований. Саме він, за необхідності, підтягує структури, що відстають, і гальмує ті, котрі занадто швидко розвиваються. При цьому на темпосвіт територіальних систем впливає ефект інваріантної інерційності, який полягає в тому, що, по-перше, інваріанти здатні зберігати програмований розвиток станів систем, незважаючи на зовнішні збурення, і, по-друге, інваріанти спроможні затримувати дію зворотних зв'язків як

системи загалом так і окремих її структурних складових змешуючи наслідки зовнішнього впливу. Виконання інваріантами таких функцій значною мірою залежить від правильності й швидкості реагування та виконання необхідних дій, тобто оперативності. Загалом, властивість оперативності в територіальних системах означає швидкість, своєчасність дії адаптаційних механізмів щодо мінливості зовнішніх і внутрішніх чинників впливу, спрямованих на своєчасне корегування організаційних явищ. Від ефективності оперативних дій значною мірою залежить не лише просторово-часова стійкість систем, а й сам факт їх існування (Петлін, 2016б). Те, що властивість оперативності контролюється інваріантами систем, надає їм стабільності в часі та просторі.

Складність організованості природних територіальних систем значною мірою підтримується нерівнозначністю їх організаційних складових. Відповідно до властивостей нерівнозначності (нерівноцінності), властивості цілого неможливо звести до суми властивостей частин системи. При цьому емерджентні властивості виникають у результаті взаємодії компонентів, а не як наслідок зміни природи цих компонентів (Приходько, 2013). Така емерджентна нерівнозначність, ускладнено підтримувана спільною дією внутрі- й міжсистемними інваріантами. Тому вона значною мірою залежить від узгодженості цих інваріантних взаємодій.

Усі властивості територіальних систем реалізуються в їх організованості. Безпосередньо властивості такої організованості спрямовані на виокремлення природних територіальних систем із їхнього середовища та водночас на подібність їхніх організаційних залежностей. Тому завдання теорії організації полягає в тому, щоб виявити та узагальнити особливості цих властивостей, абстрагувати їх такою мірою, щоб вони стали характерними для будь-яких організацій, тобто системними властивостями організації в принципі (Петлін, 2016б). При цьому треба враховувати той факт, що в основі цих властивостей перебувають інваріанти систем як контрольна й корегувальна основа.

Інваріантне утримування територіальних систем у межах визначеного інваріантного коридору розвитку забезпечується властивістю робастості. Поняття «робастість» означає здатність системи відновлюватися в разі виникнення помилкових ситуацій (флуктуацій) зовнішнього й внутрішнього походження. Отже, властивість робастості – це здатність зберігати часткову ефективність за відмови окремих елементів або підсистем. Пояснюється функціональною надлишковістю складної системи (Гольшев, 2011). Таку функціональну надлишковість у вигляді функціонального резерву контролює інваріанти системи й застосовує її за певної необхідності.

Самі системні інваріанти характеризуються властивістю всезагального керування як можливості здійснювати загальне керування всіма ресурсами систем із будь-якої їх точки» (Котельников, 1998). Просторово

змінюючи розміщення блоку керування системи мають можливість мобільно відреагувати на інтенсивний зовнішній вплив на структурну складову яка має таку спеціалізацію. Просторова зміна блоку контролю в природних територіальних системах відбувається завдяки тій самій дії їх інваріантів. Це явище необхідне інваріантам для забезпечення стійкості систем під дією зовнішніх деструктивних впливів. Тобто інваріанти спроможні «перекидати» блок керування між структурними частинами систем, забезпечуючи цим їх збереженість.

Особливими властивостями відзначаються межі природних територіальних систем. Як складні територіальні утворення, межі характеризуються наявністю властивостей, які представлені системними категоріями, що формуються взаємозв'язками й взаємовідношеннями як з внутрішніми структурними частинами об'єкта, так і з його оточенням (середовищем) і характеризуються системними ознаками, спрямованими не лише на поділ якісно відмінних територіальних утворень, а й на їх функціональне поєднання (Петлін, 2016в). Складність цих утворень полягає ще й у тому, що межі контролюються інваріантами двох, а інколи й більше (наприклад, у межах ландшафтних вузлів) дотичних систем. Така інваріантна контрольованість властивостей меж додає їм просторової й функціональної стабільності.

Загалом, властивості цілісних територіальних систем є неадитивними, які втілюють уявлення про те, що ціле має властивості, котрі не можуть бути виведені як наслідок із властивостей окремих частин (Геселева, Заріцька, 2013). Тобто це властивості, що характеризуються несумісними відмінностями в порівнянні з властивостями елементів, котрі взяті кожен окремо (Веденов, Кремянский, 1970). Таке явище контролюється загальними системними емерджентними явищами, що належать до внутрі- й міжсистемних інваріантних.

Отже, властивості цілісних територіальних систем тісно пов'язані з властивостями їхніх інваріантів, де останні відіграють контрольну й корегувальну роль у процесі розвитку організованості територіальних систем.

15. КООРДИНАЦІЙНІ Й КОРЕГУВАЛЬНІ ФУНКЦІЇ СИСТЕМНИХ ІНВАРІАНТІВ

Координація й корегування як організаційні явища в природних територіальних системах не просто поширені, а й належать до пріоритетних, які забезпечують їх просторово-часову стабільність. При цьому ці явища насамперед належать інваріантам територіальних утворень, й саме завдяки їм відбувається інваріантний контроль за системною організацією.

Поняття «координація» сприймають як сферу діяльності або завдання керівної ієрархічно вищої системи, у процесі якої вона намагається домогтися, щоб системи керування нижчого ієрархічного рівня функціонували узгоджено. Координація є складною для розв'язання проблемою, яка має два аспекти – аспект самоорганізації (зміни структури) й аспект керування (вибір координувального впливу за фіксованої структури) (Месарович, Мако, Такахара, 1973). Водночас явище координації притаманне також індивідуальним територіальним системам. Для узгодженого їх розвитку компонентні й структурні складові повинні координувати між собою. Щодо координаційних процесів у системах на стадії самоорганізації, то це ускладнене явище, яке має зовсім інші цілі – узгоджену трансформацію наявної системи й виникнення на її місці іншої. Більш широко ми це явище розглянемо нижче.

Щодо координувального впливу на наявні в системі структури, то тут реалізується ефект координування між підсистемами. Його сприймають як такий вплив на підсистеми, які примушують їх діяти узгоджено, подібно до того, як зазвичай координується діяльність елементів у межах певної організації (Месарович, Мако, Такахара, 1973). Оскільки підсистеми – це підпорядковане, більш високо організоване багаторівневе системне утворення, що характеризується всіма системними властивостями, складене з елементів (однорідних або різнорідних), виконує функцію компонента, системи нижчого морфологічного рівня або структурної складової системи, спрямоване на виконання підцілей у межах досягнення загальної цілі (Петлін, 2016 а), то на фоні безперервної мінливості в якості підсистем можемо розглянути структурно-функціональну організованість територіальних утворень. Структурно-функціональні складові природних територіальних систем загалом на фоні цілісних взаємозв'язків характеризуються певною індивідуальністю. Явище координування між ними спрямоване саме на підтримання в програмованих межах системно-цілісного структурно-функціонального розвитку. Постає запитання: яка роль у таких координаційних явищах системних інваріантів?

Загалом, неконтрольованого координування не існує й чим організаційно вище координування, тим більш організованим повинен бути контроль. На рівні цілісних територіальних систем контроль за координувальними явищами повинен контролюватися загальносистемним, тобто інваріантним блоком. Отже, координаційні явища в територіальних системах інваріантно контрольовані й інваріантно кореговані залежно від рівня зовнішнього впливу.

Найскладніша ситуація з координувальними явищами виникає на стадії самоорганізації систем. Сама ця еволюційна стадія внутрішньо диференційована на підстадію появи самоорганізаційних умов і біфуркаційного пошуку. У межах підстадії появи самоорганізаційних умов у системі відбувається втрата контрольних функцій із боку дотичних територіальних утворень. Оскільки система в цей час характеризується найвищим внутрішнім різноманіттям зв'язків, у ній спостерігаємо й найвище різноманіття координувальних явищ і процесів. Водночас вона не втрачає цільового орієнтування в розвитку, тобто збереження відповідної ділянки ландшафтної сфери у гармонійному стані. За таких умов у системі на межі можливого функціонують їх інваріанти. Зокрема, на межі інтенсивності відбувається контроль за внутрісистемними координувальними явищами та процесами. Отже, на стадії самоорганізації спостерігаємо ефект максимального внутрісистемного узгодження координувальних явищ між компонентними й структурними складовими територіальних систем.

За переходу до підстадії біфуркаційного пошуку координувальні явища в системах диференціюються за окремими біфуркаційними спробами. При цьому між самими спробами координування послаблене. Роль інваріантів на біфуркаційній підстадії також послаблена, але не зникає як така. Завдяки тому, що система все ще залишається з наявними контрольними й корелятивними функціями, інваріанти продовжують відстежувати наявну ситуацію й певним чином контролювати процес цільового розвитку системи. Такий фоновий контроль не жорсткий, а тому біфуркаційні внутріспробні кореляційні процеси дістають пріоритетність. Тут виникає особлива ситуація. Територіальна система після певної невдалої (нереалізованої щодо досягнення певного атрактора) біфуркаційної спроби повертається до стану, наближеного до передбіфуркаційного для організації нової біфуркаційної спроби. Тут стрибкоподібно підвищуються контрольні функції системних інваріантів, зокрема координувальні. Завдяки цьому системи спроможні, з урахуванням попереднього досвіду біфуркаційних спроб, виробити програму нової спроби. Ситуація повторюється. Після того, як чергова біфуркаційна спрба досягає необхідного атрактора, установлюються системно-початкові відносини між інваріантом і координувальними явищами та процесами.

Дещо іншу ситуацію спостерігаємо в ієрархічно ускладнених природних територіальних системах. Тут пріоритет належить міжсистемним інваріантам, які й здійснюють контрольні функції за територіально-ієрархічним координуванням. Координувальні процеси відбуваються між ієрархічно нижчими територіальними системами та їх поєднаннями. Отже, територіально-ієрархічне координування – це узгодження дій між взаємодіючими природними системами за ієрархічною вертикаллю. Така координація – це сфера діяльності або завдання керівної ієрархічно вищої системи чи процесу, завдяки яким вони намагаються домогтися, щоб системи керування нижчого ієрархічного рівня функціонували узгоджено (Петлін, 2018). У процесі організаційного розвитку ієрархічно нижчі системи перебувають на різних еволюційних стадіях й еволюціонують із різними внутрісистемними темпами (перебувають у різних темпосвітах). Як наслідок, диференціація координувальними явищами в загальній ієрархічно вищій системі зазнає значного різноманіття, що накладає додаткові контрольні функції на міжсистемні інваріанти. Тут більш виражена відмінність між внутрі- й міжсистемними координувальними явищами, тобто між контрольними-координувальними функціями внутрі- та міжсистемними інваріантами. Зважаючи на те, що цільовий розвиток ієрархічно ускладнених систем як цілісних утворень значно вповільнений у порівнянні з його ієрархічно нижчими системними складовими, узагальнені координаційні явища неначе вібрують навколо певного усередненого положення. Такий ефект надає їм певної стабільності й водночас стабілізує контроль за ними з боку міжсистемних інваріантів. У будь-якій ієрархічно ускладненій природній територіальній системі водночас функціонує певна кількість міжсистемних інваріантів. Отже, тут спостерігаємо координаційні явища на новому міжсистемному рівні між наявними міжсистемними інваріантами. Це координування на рівні інформаційних взаємодій, а тому воно відбувається в надзвичайно скорочений час і є ефективним.

Контроль із боку системних інваріантів за координаційними явищами й процесами у територіальних системах часто сприймається як фоновий ефект. Загалом поняття «фон» (фр. *fond*, від лат. *fundus* – дно, основа) означає сукупність природних й антропогенних систем, процесів, станів, явищ, які виступають в якості потенційно-функціонального середовища для певної природної територіальної системи (Петлін, 2009). Щодо процесно-функціонального, то це фон, головне завдання якого слугувати резервним банком для програмно-спрямованих процесів у випадку необхідності розширення програмних функцій за відповідного стану системи (Петлін, 2013). Отже, фоновий інваріантний контроль не лише охоплює координаційні функції організованості територіальних систем як цілісності, а й слугує для них своєрідним резервом на випадок виникнення деструктивних зовнішніх впливів, тобто надає їм додаткової стабільності. Безпосередньо

фонову координацію сприймають як поєднання координаційних варіантів в організованості територіальних систем. Саме вона сприяє нормальному, стабільному функціонуванню всієї, наприклад, ієрархізованої територіальної системи (Петлін, 2018). Подібне координування, завдяки поєднанню інваріантних внутрішніх та зовнішніх контрольних функцій, значною мірою концентрується на узгодженні між головними організаційними властивостями систем – структурованості, міжстанових відносин, узгодженості між компонентною й структурною організованістю тощо.

Уся сукупність інваріантно контрольованих координаційних явищ і процесів у природних територіальних системах реалізується як їх узгоджене й водночас гармонійне організаційне явище. Саме гармонійне координування в територіальних системах є сферою діяльності або завданням керівної ієрархічно вищої системи або властивості, у процесі якої вона намагається домогтися, щоб системи керування нижчого ієрархічного рівня функціонували узгоджено (Петлін, 2019). Потрібно розширити трактування поняття гармонійного координування, яке не лише притаманне ієрархічно ускладненим системам. Навіть в індивідуальних територіальних утвореннях таке координування не просто існує, а й виконує пріоритетну узгоджувальну роль у системній організованості, чому сприяє стабілізуювально-контрольні функції внутрішніх системних інваріантів.

Результатним наслідком координаційних явищ у територіальних системах є явище корегування різноманітних зв'язків та залежностей. Тут поняття «корекція» («корегування») (від лат. *correlatio* – співвідношення; термін уведений французьким ученим Ж. Кюв'є) сприймається як виправлення, підправлення певних функціональних характеристик природних систем іншими, пов'язаними з ними системами, або підправлення взаємовідносин між структурними складовими в межах однієї природної територіальної системи. Реймерс (1988) вважає, що це взаємна пристосованість, узгодженість будови й функцій різних частин в організмі, яка забезпечує підтримання стабільності його внутрішнього середовища і пристосування до умов життєдіяльності. Отже, узагальнено корегування полягає в підтриманні взаємозалежності й взаємозумовленості чинників і процесів у територіальних утвореннях. Для реалізацій таких функцій корегування повинно використовувати певні силові та контрольні механізми. При цьому силові механізми повинні бути вчасно запущені, а для цього знову-таки повинен існувати контрольний блок, який відстежуватиме наявну ситуацію. Таким блоком в організованості природних територіальних систем є їхні внутрішні та зовнісистемні інваріанти.

Сукупність механізмів, пов'язаних із корелятивними функціями, у територіальних утвореннях реалізується як їх корелятивність. Її сприймають як властивість структурованої організованої територіальної системи, яка характеризує співвідношення, відповідність, взаємопов'язаність, тобто

функціональну взаємоузгодженість структурних складових, яка є основою виникнення цілісності (Петлін, 2009). Потрібно додати, що явище корелятивності спостерігаємо не лише між структурними складовими систем, а й між системними компонентами, компонентними функціональними структурами й цілісно-системною функціональною структурою. Отже, це явище проникає в усі внутрішні відносини систем із метою забезпечення для них узгодженого цілісного функціонування. Безумовно, корелятивність повинна бути контрольованою й, за необхідності, корегованою. Такі функції в територіальних системах і виконують їх інваріанти. При цьому, завдяки інформаційному підґрунтю інваріанти реалізують ці функції в найкоротші терміни й своєчасно. Постає запитання: чи ці контрольні функції змінюються в системах із перебігом їх еволюційних станів? Певним чином змінюються. Найжорсткішими вони є на перших еволюційних станах, коли відбувається становлення системи. Найбільш гармонійні вони реалізуються на стадії зрілості. Із трансформацією систем (їх старінням) корелятивні функції слабшають, що надає можливість флуктуаційним впливам впливати на організованість систем.

Загалом, корелятивна взаємодія частин територіальних систем – це така форма зв'язку, за якої здійснюється взаємозалежна детермінація множини частин. У цій взаємозалежній детермінації основа детермінується наслідком: одна частина впливає на іншу, яка, навзаєм змінюючись певним чином, впливає на причину, яка її викликає (Хорошавина, 2005). Загалом, поняття «детермінація» сприймається як: а) властивість, або характерна риса; б) необхідний зв'язок; в) процес, за допомогою якого предмет стає тим, чим він є, або засіб, за допомогою якого предмет набуває свої детермінації в розумінні (а). У звичайному значенні детермінація є синонімом «характерної риси» – якісної або кількісної; це те, що в післяримській латині означало *determinatio*, як воно й використовується в різних європейських мовах. Тобто детерміновано те, що має різні характерні риси та тому може бути однозначно охарактеризовано (Бунге, 1962). У процесах корелятивних відносин значну роль посідає детермінація структурна. Її розуміють як:

- детермінацію частин цілим (Бунге, 1962);
- таку спрямовано-емерджентну детермінацію, яка, використовуючи сукупність емерджентних зв'язків, фактично спрямована на забезпечення виникнення й функціонування всього різноманіття природних територіальних утворень (Петлін, 2016а).

Структурна детермінація територіальних систем на рівні їх індивідуальностей залежить і контролюється певними системними інваріантами, а на рівні ієрархічно більш значних уже є чинником, який бере участь у формуванні відповідних індивідуальних територіальних інваріантів. Отже, виокремлюється детермінація структурна ієрархічно ускладнених систем як

ієрархічно ускладнений процес, що ґрунтується на сукупності детермінованих зв'язків і забезпечує стабілізацію структурних складових системи в просторі та часі. При цьому структурна детермінація не жорстко контролюване явище – воно характеризується певними ступенями свободи (Петлін, 2018). Сукупність детермінованих зв'язків для забезпечення системам нормального функціонування повинна бути всебічно контролюваною. Цю місію системи покладають на свої інваріанти. Оскільки детерміновані зв'язки відбуваються за строго встановленими природними законами й спрямовані на забезпечення природним системам стійкого функціонування в часі та просторі (Петлін, 2016а), то роль у їх дії інваріантів саме й забезпечують їм перебування у сфері законів природи. Насамперед це стосується детермінованості зворотних зв'язків, що проявляються у властивості змінювати свої параметри за вже визначеним законом, як функція часу, просторового положення або знання про певні величини. Вони спроможні перетворюватися (з додатних на від'ємні) на основі певної програми (Дружинин, Конторов, 1976). У цьому разі факторами детермінації стають не лише сам імпульс збудження (імпульс, що безпосередньо зумовлює зворотний зв'язок), а й середовище, у якому зворотний зв'язок здійснюється. Тут до контрольних функцій уже долучаються міжсистемні інваріанти, що забезпечує територіальним системам міжсистемну стабільність.

Кожна з наявних корекцій притаманних природним територіальним системам характеризується певним ступенем гармонійності. Водночас виділяють і безпосередню гармонійну корекцію, яка спирається на виправлення або підправлення певних функціональних характеристик природних систем іншими, пов'язаними з ними характеристиками, або підправлення взаємовідносин між структурними складниками в межах однієї територіальної системи, унаслідок чого відбувається скерування розвитку системи в гармонійному (найчастіше квазігармонійному, оскільки дисгармонійні явища не щезають) руслі (Петлін, 2019). Гармонійна корекція часткова або повна (яка характеризує всю цілісну систему) обов'язково повинна мати контрольний апарат, який відстежує їх ефективність і вчасно вносить необхідні корективи. Таким апаратом є інваріанти територіальних систем, які, завдяки наявній інформації про будь-які явища й процеси в системах, мають змогу оптимально контролювати й відповідно корегувати всі корекційні процеси в будь-якому територіальному утворенні.

16. ІНВАРІАНТНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Організаційні функції природних територіальних систем, зокрема, пов'язані з їх інваріантами, надзвичайно різноманітні. Вони відрізняються за протяжністю, інтенсивністю реалізованості, стабільністю тощо й проникають в усі компоненти й структури систем. Загалом, поняття «функція» має доволі широкий спектр трактувань наприклад:

- математична «форма», яка може бути «наповнена» найрізноманітнішим змістом. Функція допомагає відображати певні риси законів будь-якого типу, як причинного, так і непричинного; так, наприклад, функція розподілу допомагає у відображенні випадкових процесів (Бунге, 1962);
- спеціальна діяльність строго обмежена певною морфологічною структурою (Бірюков, 1964);
- ті наслідки, які спостерігаються і співдіють адаптації, або пристосуванню, певної системи (Мертон, 1968);
- таке відношення частини до цілого, за якого саме існування або будь-який вид прояву частини забезпечує існування або будь-яку форму прояву цілого. Функція є швидким процесом короткої протяжності (Сетров, 1971);
- таке відношення частини до цілого, за котрого саме існування або будь-який вид прояву частини забезпечує існування чи будь-яку форму прояву цілого (Гофман, Минц, Преображенский, 1971);
- у її системному розумінні можливо визначити як таке відношення частин до цілого, за якого саме існування або певний вид прояву частини забезпечує будь-яку форму прояву цілого. В організаційному її розумінні функція є відображенням єдності зв'язків функціональних і причинних (Сетров, 1972);
- така властивість, котра забезпечує досягнення тієї мети, заради якої створена система (Сагатовский, 1976);
- відношення залежності (Пузаченко, Скулкин, 1977);
- це внесок, дія елемента (субсистеми), яка спрямована на збереження певної системи й визначає його (її) місце та значення у відношенні до інших елементів (субсистем) і до системи загалом (Денис, 1980);
- функція в найбільш загальному випадку є відображенням однієї множини в іншій (Пузаченко, Скулкин, 1981);
- роль, яку відіграє певний об'єкт, явище або процес стосовно до інших об'єктів (Алаев, 1983);
- обов'язок, коло діяльності, призначення (Макунина, Рязанов, 1988);

- у математиці – кількість, яка систематично змінюється зі зміною певної іншої кількості (Лопушанський, 2003);
- динамічна характеристика, яка є відображенням спрямованої зміни в системах (Жегунов, 2006);
- відношення в системі «людина й ландшафт», а стосовно культурного ландшафту, у якому людина з її діяльністю не просто користувач, а один із компонентів – уся сукупність відношень у межах цього ландшафту (Ландшафтное планирование ..., 2006);
- зовнішній прояв властивостей системи (Качала, 2007);
- форма, строго обмежена певною цілісністю відношення, що є відображенням взаємодії частини і її цілого та діє в напрямі їхньої адаптації (приспосовання) (Петлін, 2009);
- потік енергії між структурами або їх складовими. Функція каналізує процеси, а структура закріплює їх режим. Ось чому перехід від одного функціонального режиму до іншого часто відбувається стрибкоподібно: потрібно змінити структуру. Характер функції закріплюється відношеннями між морфологічними складовими шляхом їх спонтанної асоціації – самозбирання, що потребує певної уніфікації (Ковальов, 2009);
- властивість системи чинити конкретні перетворення, для виконання яких її елементи здійснюють рух, а також взаємодія системи з її навколишнім середовищем у процесі досягнення мети або збереження рівноваги (Гнатів, Хірівський, 2010);
- функцію, у системному її розумінні, можемо визначити як таке відношення частин до цілого, за якого саме існування частини забезпечує існування цілого. По-іншому можна сказати, що функція – це зовнішній вияв властивості й внутрішнього змісту елемента, що спрямовані на збереження та розвиток системи (Петлін, 2016в).

Отже, функція – це явище, яке репрезентує певну частину об'єкта й водночас цілий об'єкт. При цьому вона спрямована на пристосування об'єкта до мінливостей його навколишнього середовища.

Більш широкими поняттями характеризується функція системних утворень. Її сприймають як:

- засіб функціонування (дії, вияву) компонентів системи, спрямований на її збереження й розвиток (Дмитрук, 2004);
- такі дії системи, які проявляються в змінах можливих її станів (Власов К., Власов П., Киселева, 2002);
- закон (сукупність правил), за якими, залежно від зовнішніх факторів, відбувається зміна в часі внутрішніх елементів і структури системи (Михайлівська, Ісаєнко, Гроза, Криворотько, 2006);
- це дія системи, її реакції на середовище; множина станів на виході системи (зовнішній результат, ефект, властивість системи, ознака

тощо); в описовому (дескриптивному) підході до функції її розглядають як властивість системи, що розгортається в динаміці; процес досягнення мети системою; погоджені між елементами дії в аспекті реалізації системи як цілого; траєкторія руху системи, яка може бути описана математичною залежністю, формулою, що зв'язує залежні та незалежні змінні системи. Функції виражають поведінку системи, і вона є впорядкованою, закономірною й організованою (Гнатів, Хірівський, 2010);

- сукупність станів системи в просторі й часі (Катренко, 2013);
- у багатофункціональних системах – набір функцій, який виникає як специфічне для кожної системи породження всього комплексу функцій і дисфункцій елементів. Функція системи – це її властивість у динаміці, яка приводить до досягнення цілі, тобто в процесі функціонування система змінює стан (Петлін, 2016в).

В останньому трактуванні фігурує поняття «дисфункція». Загалом його розуміють як:

- наслідки, які спостерігаються і які зменшують пристосування, або адаптацію, системи (Мертон, 1968);
- властивість елементів або структур системи і яка порушує її нормальне функціонування (виконання функцій) (Сетров, 1975);
- будь-яке порушення нормального функціонування (Новый иллюстрированный..., 1998).

Отже, дисфункція в природних системах є властивістю системи, яка є не лише порушенням нормального функціонування, а й знижує рівень адаптації системи до деструктивних зовнішніх впливів. Організаційно дисфункція – це властивість яка певним чином врівноважує функції. Тобто не дає можливості функціональним властивостям надмірно активізуватись.

Щодо саме функцій, то загалом їх поділяють на внутрішні й зовнішні. Внутрішні функції поділяють на такі види: розпорядливу (закріплення за елементами й підсистемами певних дій); координації та узгодження (спільні дії елементів); субординації або супідрядності (розподіл між елементами координаційних або субординаційних відношень); контрольну (контроль відповідності дії певній еталонній нормі); цільову (визначає мету функціонування та розвитку системи) (Гнатів, Хірівський, 2010). Таке різноманіття дій, притаманних внутрішнім функціям систем, для їх узгодження обов'язково потребує узагальненого зовнішнього контролю. Тобто тут чітко простежується дія внутрішнього системного інваріанта.

Зовнішня функція активна, це спрямована дія системи на довкілля для досягнення поставлених цілей. Вона реалізує зовнішній результат системи. Є стійкою реакцією систем на середовище й стійким зв'язком системи з ним. Для неї властиві стійкість і стабільність, коли система постійно проявляє себе; спрямованість, тобто функція обов'язково на щось зорієнтована,

предметна; активність (Петлін, 2016в). Тут головна узагальнена контрольна дія вже належить міжсистемним інваріантам, які при цьому спираються на особливості дій інваріантів внутрішніх, коті надають системам можливість реалізувати зовнішній вплив.

У будь-який проміжок організаційного функціонування природної територіальної системи в ній виділяється домінантна функція (інколи декілька домінантних). Це функція, яку визначає загальна кінцева мета (загальний кінцевий результат) розвитку системи (Маца, 2008). Домінантна функція обов'язково належить до інваріантно контрольованого міжсистемно програмованого розвитку системи. Вона завжди характеризується стабільністю, узгодженістю з еволюційною стадією, наявністю значної кількості підтримувальних механізмів. Більше того, вона завжди підтримується як внутрісистемними, так і міжсистемними інваріантами.

Загалом, усі функції, які підтримуються інваріантами територіальних систем, характеризуються гармонійністю. Безпосередньо гармонійна функція – це засіб поведінки територіальної системи, який спрямовано діє на збереження її існування в усіх організаційних елементах (Петлін, 2019). Вона стійка, стабільна, інваріантно підтримувальна, а тому більшість таких функцій є протяжними в часі. На рівні міжсистемних взаємодій виділяють зовнішні гармонійні функції. Це активні спрямовані дії навколишнього середовища на системи для досягнення певної цілі. Зовнішні гармонійні функції реалізують утримання системи в просторі організаційної мети навколишнього середовища. Вони є стійкими реакціями середовища на мінливості в системі й стійким зв'язком системи з ним. Для них властиві стійкість і стабільність, коли система постійно проявляє себе; спрямованість, тобто функція обов'язково на щось зорієнтована. Такі дії зовнішніх гармонійних функцій жорстко контролюються міжсистемними інваріантами, що надає їм значної просторово-часової стабільності.

Доволі широким спектром дій у територіальних системах характеризуються функції захисту. У їх внутрішній організованості вони значною мірою спираються на компонентні властивості, де головна роль належить літогенній основі. Водночас на фоні значних добових амплітуд параметрів систем (наприклад температур верхнього п'ятисантиметрового прошарку ґрунту) головну захисну роль відіграє структурно-функціональна організованість, яка спроможна шляхом перерозподілу функцій стримувати такі надлишкові явища. При цьому внутрішня захисна ефективність як ступінь здатності засобів індивідуального (компонентного або структурно-функціонального), а також колективного захисту охороняти наявну організованість територіальних систем, що функціонує в деструктивних умовах, значною мірою залежить від системних інваріантів, котру теж відслідковують навантажений стан систем і вчасно використовують для їх ліквідації або пригальмовування дії сукупність захисних механізмів. Щодо більш

складних територіальних систем, то їх захисна функція полягає в здатності підсистем територіальної системи або цілісних систем у складі морфологічно більш значних територіальних утворень здійснювати захист шляхом перехоплення, гальмування, інформаційного поглинання тощо деструктивних впливів (Петлін, 2009). Її дуальний характер проявляється, передусім, у наявності системного (емерджентного) механізму захисту й, по-друге, у спрямованості кожної внутрісистемної структурної складової територіальних систем на забезпечення стійкого існування своєму цілісному утворенню (цілісній системі). Тут головна контрольна функція належить міжсистемним інваріантам, які для підтримання міжсистемних захисних функцій активізують певні ієрархічно нижчі територіальні системи або застосовують узгоджену систему захисних механізмів декількох поєднаних територіальних систем.

Результатним явищем дії функцій у територіальних утвореннях є мінливість їх станів. Загалом, вважають, що функція стану системи є її фізичною характеристикою, зміна якої не залежить від виду термодинамічного процесу, а визначається лише крайніми станами процесу. Найважливішими функціями стану вважають внутрішню енергію, ентальпію (від грец. *enthalpo* – нагріваю – функціональний стан територіальної системи, що визначає її тепломісткість), ентропію тощо (Лопушанський, 2003). Такі функції стану природних територіальних систем є лише засобами для зміни системних станів. Сама зміна стану є наслідком закономірної або флуктуаційної мінливості системи, яка відбувається завдяки надходженню речовини та енергії зовні, або як наслідок мінливості на рівні структурно-функціональної організованості територіальних утворень унаслідок чого спостерігається підвищення в системі й структурний перерозподіл ентропії. При цьому в явищі зміни стану системи значну контрольну роль відіграють внутрі- й міжсистемні інваріанти. Саме завдяки їм відбувається просування територіальної системи в інваріантно визначеному коридорі станової мінливості.

Щодо реалізації станової мінливості в територіальних системах, то це цілком закономірне, інваріантно контрольоване явище. Прикладом його закономірності може слугувати принцип актуалізації функцій. Це підхід до організації систем як до безперервного процесу становлення функцій їхніх елементів. Поняття актуалізації є відображенням процесуального характеру організації, а поняття функції, яке означає певне відношення частини до цілого, елемента системи, є виразом спрямованості й стійкості цього процесу (Сетров, 1970). Вважають, що цей принцип займає особливо важливе місце серед функціонально-організаційних залежностей. Відповідно до принципу актуалізації функцій, досить очевидною є та обставина, що процес становлення властивості й процес набуття цієї властивістю ознак функціонального характеру – це два різних явища. Для збільшення міри

організованості системи важливіший процес вияву властивістю своєї функціональності, тобто процес актуалізації функцій. Тому підхід до організації як до безперервного процесу становлення функцій елементів систем називають принципом актуалізації функцій. Чи мають свою роль у реалізації цього принципа в територіальних системах їх інваріанти? Набуття властивостями систем функціональності обов'язково реалізується через закономірні або флуктуаційні мінливості, які контролюються, обмежуються, за необхідності гальмуються або прискорюються саме інваріантами систем. Отже, інваріанти мають прямий стосунок до реалізації принципу актуалізації функцій. Вони не лише прискорюють або гальмують цей процес, а й забезпечують саму його реалізацію.

Розглянемо принцип взаємозамінності й заміщення функцій, який свідчить, що у випадку відмови частини функціональної організованості територіальних систем, наприклад унаслідок антропогенного втручання, вони компенсуються іншими частинами, що дає змогу системі залишатися в межах інваріантного функціонального коридору (Петлін, 2018). Цей принцип є механізмом, за допомогою якого територіальні системи зберігають функціональну стабільність навіть під впливом зовнішніх деструктивних чинників. Оскільки метою процесу взаємозамінності й заміщення функцій є зберігання системою положення в інваріантно визначеному коридорі мінливостей, то сам цей принцип можемо вважати інваріантнозберігальним. При цьому його реалізація передбачає постійне відстежування організованістю системи власного інваріантного коридору мінливостей.

Оскільки функції природних територіальних систем завжди реалізуються через їх мінливість у часі та просторі, що і є процесом функціонування, то доцільно розглянути й саме поняття «функціонування». Його трактують як:

- діяльність геосистем, спрямовану на переміщення і якісну зміну речовини та енергії в просторі й часі. Із системних позицій – система передачі енергії, речовини та інформації в геосистемі, яка виступає як реакція на сукупність зовнішніх і внутрішніх факторів, які впливають на геосистему (Сочава, 1963);
- сукупність усіх процесів обміну та перетворення речовини й енергії в ландшафтних системах (Исаченко, 1979);
- стійку послідовність постійно діючих процесів передачі й перетворення енергії, речовини та інформації в геосистемі, що забезпечує збереження певного, характерного для відповідного відтинку часу стану (Краукліс, 1979);
- усі процеси обміну речовиною й енергією між компонентами і поєднаними геокомплексамі. Функціонування має ритмічний хід протягом доби, року й відображає зміну стану ландшафту (Макунина, 1982);

- форму існування системи, яка виконує певну функцію в системі більш високого рангу та відтворює при цьому самого себе (Алаєв, 1983);
- сукупність постійних стійко-последовних різноманітних процесів (передача речовини, енергії та інформації), яка забезпечує збереження стану ландшафту протягом значного проміжку часу (Александрова, 1986);
- процес виконання функцій, дія, робота (Макунина, Рязанов, 1988);
- сукупність усіх сбалансованих і тому таких, що не викликають розвитку системи процесів переміщення, обміну й трансформації речовини, енергії та інформації. Збалансованість виявляється на відтинках часу, порівнюваних із часом життя системи (Арманд, 1992);
- процес надходження й перетворення потоків речовини, енергії та інформації, які пронизують геосистему, унаслідок трансформування яких утворюються нові потоки. Характер функціонування описується шляхом виявлення таких потоків, визначення їх напрямку та інтенсивності (Олещенко, 1992);
- єдність взаємопов'язаних статично-часових (скелет) і динамічних (функція) станів, що реалізуються в межах інваріантів природних територіальних систем (Петлін, 2005 б);
- процес, який являє собою последовний перехід системи з одного стану в інший (Старіш, 2005);
- багаторазове тиражування й відтворення процесів життєдіяльності системи (Основи стійкого розвитку, 2005);
- біологічні, хімічні або фізичні процеси зміни стаціонарних і потенційних характеристик систем у часі. Відповідність і взаємозв'язок структур та функцій характерні для всіх рівнів організації будь-яких територіальних систем (Жегунов, 2006);
- установлений механізм взаємодії ландшафтних компонентів (Ландшафтное планирование ..., 2006);
- процес реалізації системою своїх функцій (Качала, 2007);
- переміщення або якісну зміну речовини, енергії та інформації, як реакція систем на сукупність дії зовнішніх та внутрішніх чинників, що відображається в змінах станів систем (Петлін, 2008);
- сукупність процесів взаємодії елементів і підсистем у межах системи, а також сукупність процесів взаємодії систем із навколишнім середовищем (Маца, 2008);
- переміщення речовини, енергії та інформації, якісну зміну систем, сукупність процесів, перетворення речовини й енергії, форму існування системи, роботу, взаємодію, мінливість і єдність станів, взаємозв'язок структур і функцій, взаємодію з навколишнім середовищем – і це ще не повний перелік (Петлін, 2016в);

- циклічно повторюваний процес взаємодії частин об'єкта в умовах незмінної (або заданої) структури його внутрішнього змісту (Ганущак, Тарасюк, 2019).

Широкий спектр проявів явища функціонування в будь-якому об'єкті обов'язково потребує їх узгодженості. Отже, повинен існувати механізм, який здатен забезпечувати таку узгодженість. Складність його, що повинна бути не меншою за складність явища функціонування, свідчить про те, що таким механізмом можуть бути лише інваріанти об'єктів.

Функціонування об'єктів територіальних, які найчастіше трактують як геосистеми, сприймають як сукупність усіх процесів переміщення, обміну й трансформації енергії та речовини в геосистемі (Исаченко (1981). За такого підходу ланками інтегрального фізико-географічного процесу потрібно вважати не часткові (компонентні) процеси, а інтегровані внутрішні потоки субстанції, котрі «пронизують» різні компоненти, тобто енергообмін, вологообмін, біогенний та абіогенний колообіги речовини в конкретних геосистемах того або іншого рівня (Исаченко, 1990). У таких територіальних утвореннях функціональна складність зростає. Водночас у їх основі перебуває функціональна складність ландшафтних систем. Її сприймають як:

- обмін речовиною, енергією та інформацією між компонентами (блоками) геосистеми при багаторазовій зміні хімічного, фазового й теплового стану речовини (Малишева, 1998);
- постійний обмін речовиною, енергією та інформацією між структурними складовими ландшафтних систем та між самими ландшафтними системами як цілісними об'єктами і їхнім середовищем (Петлін, 2006);
- сукупність усіх процесів обміну й перетворення речовини та енергії в природних територіальних комплексах (Исаченко, 1979);
- розділ ландшафтознавства, до завдання якого входить пізнання механізмів функціонування і його наслідків (створення біомаси, ґрунту тощо) (Мамай, 2005);
- сукупність постійно діючих процесів, котрі поступаються один одному протягом доби, днів, місяців, сезонів року та ін. Тобто це сукупність передачі і перетворення речовини та енергії в системі, що підтримує її в певному стані. У результаті цих процесів відбуваються невеликі кількісні зміни компонентів природи, які звичайно мають ритмічний (добовий, сезонний) характер (Гавриленко, 2008);
- спряження природних процесів, що відбуваються узгоджено й призводять до певного результату (Борсук, Симонов, 1977);
- усі аспекти складного й різноманітного життя ландшафту, в основі якого – потоки речовини та енергії як природного, так і антропогенного походження (Булатов, 1977);

- взаємодія та взаємопроникнення речовини компонентів ландшафту (гірської породи, приземного та підземного повітря, вологи й тваринної речовини), обмін речовиною та енергією, унаслідок чого в межах ландшафту утворюється природна, назвемо її синтезованою, речовина, яка властива лише ландшафту (Макуніна, 1980);
- сукупність усіх процесів переміщення, обміну й трансформації речовини та енергії (а також інформації) в геосистемах як певного виду інтегрального фізико-географічного процесу (наближений до того, який розумів щодо цього поняття А. А. Грігор'єв) (Исаченко, 1981);
- розділ ландшафтознавства, котрий поєднує й вивчає процеси обміну речовиною й енергією, що відбуваються в процесі взаємодії компонентів у самому ландшафті та з навколишнім середовищем. До його завдання належить пізнання механізму функціонування та його результатних новоутворень, видозміни й перерозподіл речовини та енергії, передача інформації (Макуніна, Рязанов, 1988);
- сукупність усіх процесів переміщення, обміну й трансформації речовини та енергії всередині ландшафту (ПТК) (вертикальні потоки) або між різними ПТК (горизонтальна міграція). Якщо первинною ланкою для аналізу вертикальної (радіальної) міграції (зв'язків) слугує фация, то для виявлення горизонтальних потрібно досліджувати ландшафти загалом (Гуцуляк, 2008);
- поєднання узгоджених природних процесів переміщення, обміну й трансформації у вигляді речовини, енергії та інформації, природного й антропогенного походження у межах самого ландшафту та з його навколишнім функціональним середовищем (Петлін, 2016в).

Контроль за таким функціонуванням повинен містити поєднання внутрі- й міжсистемні складові, які завжди мають бути узгоджені й узаємо-врівноважені. У таких складних територіальних утвореннях, як ландшафтні системи, подібну функцію виконують внутрі- та міжсистемні інваріанти. Вони не лише узгоджують усю палітру функціональних системних явищ, а й накладають на певні з них властивість пріоритетності та визначають термін її реалізованості.

Функціонування територіальних систем поділяють на внутрішнє й зовнішнє (зовнісистемне). Внутрішнє функціонування визначається тим, що виконання ситемою зовнішньої роботи неминуче спричиняє мобілізацію системи. У ній відбуваються різні «узгодження» цілей, речовин, енергії, інформації. Внутрішні функції можна поділити на такі види, як розпорядлива (закріплення за елементами й підсистемами певних дій); координації та узгодження (спільні дії елементів); субординації або супідрядності (розподіл між елементами координаційних або субординаційних відношень); контрольна (контроль відповідності дії певній еталонній нормі);

цільова (визначає мету функціонування й розвитку системи) (Гнатів, Хірівський, 2010). Проявляється внутрішнє функціонування природних територіальних систем на рівні мінливостей їхніх компонентів і функціональних структур. При цьому компонентне функціонування підпорядковане структурно-функціональному. Тобто структурно-функціональне функціонування, накладаючись на компонентне, також надає йому функціональної структурованості. Контроль і необхідне корегування за такими внутрісистемними функціональними явищами належить внутрішнім інваріантам територіальних утворень. Саме вони утримують функціональну мінливість у межах, які не дають їм змоги функціонально «розхитати» систему й привести до її руйнування.

Зовнісистемне функціонування реалізується як взаємообмін речовиною, енергією та інформацією між територіальними системами і їхнім неоднорідним навколишнім середовищем, яке становлять поєднані територіальні системи й фонові атмосферні та літосферні взаємозв'язки (Петлін, 2009). Таке функціонування просторово диференціюється за кількістю поєднаних територіальних систем, які своїми особливостями формують відповідні відмінності в зовнішніх відносинах системи. Це надає загальному зовнісистемному функціонуванню додаткової складності. Відповідною складністю характеризуються й міжсистемні інваріанти, котрі контролюють зовнішні функціональні явища. У кожному варіанті дотичних міжсистемних взаємодій виникають власні міжсистемні інваріанти, а оскільки всі вони належать одному територіальному утворенню, то повинні між собою бути узгодженими. Така узгодженість забезпечується фоновим впливом ієрархічно більш складної системи.

Загалом, функціонування ієрархічно ускладнених систем – це інтегрований стабільний обмін речовиною, енергією та інформацією між цілісними природними системами в межах ієрархічно складнішого природного територіального утворення (Петлін, 2016в). Реалізується таке функціонування як фонове контрольована сукупність міжсистемних функціональних явищ. Такі явища більш консервативні, ніж внутрісистемні, а тому й функціонування ієрархічно ускладнених систем більш консервативне, більш стабільне в часі та просторі. Інваріантний контроль, який ієрархічно більш складні системи реалізують на рівні сукупності міжсистемних функціонувань, також характеризується підвищеною стабільністю, що надає більшій жорсткості дозволеним функціональним мінливостям навіть шляхом активізації міжсистемних взаємодій на певних ділянках, де міжсистемні взаємодії виходять за межі інваріантно визначеного коридору функціональних мінливостей.

Більшість функціональних проявів у природних територіальних системах є інваріантно керованими. Саме кероване функціонування полягає

в здатності системи переходити за кінцевий (заданий) час до запланованого стану під керівним функціональним впливом (Петлін, 2013). Некеровані функціональні явища пов'язані з флуктуаційними процесами й перебувають під інваріантно керованим впливом, спрямованим або на їх нівелювання, або на гальмування й ліквідацію. Оскільки керування як явище є виробленням і реалізацією спрямованих керівних впливів на об'єкт (систему), що містить збирання, передавання й опрацювання необхідної інформації, прийняття та реалізацію відповідних рішень (Лопатников, 2003), то таке явище повинне бути стабільним і належати найбільш складним та стабільним системним блокам, тобто інваріантам.

17. ІНВАРІАНТНО-ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Досі в науковій літературі плутають поняття «динаміка» й «функціонування». Розглянемо декілька трактувань терміна «динаміка» (від грец. *δυναμικός* – сила):

- усі зміни в територіальних системах, які відбуваються в рамках їх інваріантів (Сочава, 1963);
- сили, які здійснюють на внутрішню впорядкованість системи вирішальний вплив (Нееф, 1974);
- область зворотних (циклічних) змін на фоні незмінної структури (у межах одного інваріанта). Сюди належать зміни, пов'язані з добовим часом, погодою, річних сезонів (Сочава, 1978; Краукліс, 1979 та ін.);
- ритмічні зміни в природних територіальних комплексах різної протяжності, зміни під впливом зовнішніх сил і незворотні зміни або початкові стадії саморозвитку (Исаченко, 1980);
- зміна станів ландшафту в часі за певними ритмами й циклами, що має зворотний характер (Макуніна, 1982);
- процес розвитку природної територіальної системи. При цьому вивчаються як незворотні, спрямовані та закономірні, так і зворотні, випадкові й незакономірні зміни, які мають як ритмічний, так і неритмічний характер (Орлов, Николаев, Мамай, 1991);
- сукупність усіх змін у системі (Арманд, 1992);
- закономірно-поступальні (незворотні) зміни ландшафтних систем у межах одного інваріанта (Петлін, 1998);
- стан руху, хід розвитку, зміна будь-якого явища під дією факторів (Гришанков, 2001);
- зміни, які не призводять до корінної перебудови структури геосистеми, тобто які відбуваються в межах одного інваріанта. Це переважно зворотні мінливості станів геосистеми, зумовлені ритмічними коливаннями, а також релаксаційними (відновлювальними) процесами, які виникають після порушень системи зовнішніми природними або антропогенними факторами (Исаченко, 2004);
- синонім будь-якої зміни в природному територіальному комплексі (Мамай, 2005);
- динаміка системи визначається диференціальним рівнянням виду:

$$\frac{dq}{Dt} = N(q, \alpha) + F(t),$$

де q – вектор; t – час; α – керівні параметри; N – детерміністична частина, а F – сила, що флукує. Якщо за відсутності сил, що флукують, зна-

чення вектора q у початковий момент часу відомо і керівні параметри α задані, то майбутнє вектора q визначається однозначно (Хакен, 2005);

- закономірно-поступальні незворотні зміни, обмежені певним еволюційним станом системи (Петлін, 2009).

Отже, доцільно поняття «динаміка» трактувати як закономірно-поступальні зміни об'єкта в межах одного інваріанта, а зворотні зміни залишити за функціонуванням.

У складних утвореннях (наприклад природних територіальних системах) виокремлюють системну динаміку. Її трактують як міждисциплінарний напрям у методиці моделювання систем у різних галузях науки. Загалом, сам термін «*systemdynamics*» одержав загальне визнання після циклу робіт Дж. Форрестера з моделювання динаміки глобальної соціально-економічної системи. Загальна методологія системної динаміки дає змогу: 1) ідентифікувати об'єкт дослідження та встановити його властивості як системи; 2) за моделюванням системи визначити її основні кількісні ознаки (перемінні стани) й виявити функціонально-кореляційні прямі та зворотні зв'язки між перемінними станами, параметрами (константами) та іншими перемінними, суттєвими для моделювання динаміки досліджуваної системи; 3) виписати систему диференційних рівнянь, які описують динаміку основних перемінних системи та системи загалом за допомогою одного або кількох інтегровальних показників; 4) алгоритмізувати модель на специфічній комп'ютерній мові, одержати повторні розрахунки для різних значень перемінних станів, параметрів і коефіцієнтів за різними гіпотезами щодо структури внутрішньо модельних зв'язків і ролі зовнішніх обмежень (Липец, 1984). Загалом, системна динаміка повинна бути притаманна саме системам і при цьому вона не є індикатором їх системності. Усе навпаки, системи свідчать про те, що притаманна їм динаміка також системна.

Щодо територіальних системних утворень, то, наприклад, динаміку геосистем трактують як:

- те, що поєднує уявлення про еволюцію й поведінку геосистеми (Олещенко, 1992);
- параметричне збурення, викликане природними чинниками та антропогенним навантаженням, що в цілому подається як сукупність обраних географічно-детермінованих і випадкових функцій (у вигляді відповідних детермінованих чи випадкових процесів та детермінованих або випадкових полів) для різних рівнів формалізації (Самойленко, Діброва, 2012);
- зміни системи, які мають зворотний характер і не ведуть до перебудови її структури. Сюди відносять переважно циклічні зміни, що відбуваються в рамках одного інваріанта (добові, сезонні), а також відновні зміни станів, що виникають після порушення геосистеми

зовнішніми чинниками (зокрема й господарською дією людини) (Василега, 2010).

У наведених трактуваннях існує перемішування понять «динаміка», «еволюція», «циклічні зміни», «випадкові функції» тощо. Тому під динамікою геосистем доцільно розуміти закономірні спрямовані (незворотні) зміни їхніх станів у межах інваріанта, які характеризують динамічно-якісні мінливості складності внутрішніх зв'язків. Отже, саме мінливість складності внутрісистемних зв'язків є чинником, який викликає динамічні явища й при цьому вони повинні бути незворотними та обмеженими системноінваріантними властивостями.

Динаміку природних ландшафтних систем, яка слугує для геосистемних утворень підґрунтям, трактують як:

- напрям ландшафтних досліджень, який, окрім вивчення мінливості станів систем, розглядає потоки речовини та енергії, що пронизують ці системи й визначають зв'язки між окремими елементами внутрішньої та зовнішньої структур, а також динаміку окремих характеристик систем у часі в тісному їх взаємозв'язку зі змінами самої системи (Сочава, 1963);
- функціональні, просторові й структурні зміни, що відбуваються в природно-територіальному комплексі. За Ф. Мільковим (1973), розрізняють такі види динаміки природних ландшафтів, як хорологічна, структурна, часова;
- коливальні зміни стану ландшафтних систем у межах однієї інваріантної структури (Исаченко, 1974);
- зміни ландшафту, які не супроводжуються змінами його структури, тобто які відбуваються в межах єдиного інваріанта (Охрана ландшафтов, 1982);
- динаміка ландшафту – це не будь-які процеси й зміни, а лише ті, які супроводжуються змінами стану його властивостей, що не призводять до зміни його структури (Александрова, 1986);
- сукупність усіх зворотних змін, котрі відбуваються в рамках єдиної структури та не призводять до якісних перетворень геосистем. До них можна віднести багаторічні коливання властивостей геосистем, відновлювальні зміни їхніх станів (наприклад відновлення лісових біоценозів після вирубок і пожеж) (Гавриленко, 2008);
- взаємодіюча сукупність закономірно-поступальних незворотних змін у межах відповідних еволюційних станів, контрольована взаємокоорегованими внутрісистемними й міжсистемними (екологічними) станами певної ландшафтної системи (Петлін, 2009);
- набір усіх станів ландшафту різної протяжності, а також переходів між станами. Це наслідок накладання процесів різної причинності (Г. Исаченко, 2014);

– поєднання неосязної кількості фізичних, біотичних та суспільних процесів (послідовних змін), котрі постійно перетворюють його субстанцію й морфологію (Круглов, 2020).

Попри значну розбіжність трактувань, доцільно вважати, що динаміка ландшафту – це спадкова сукупність закономірно-поступальних інваріантно обмежених змін природних систем у межах відповідних еволюційних стадій, контрольована як внутрішніми, так і зовнішніми чинниками.

Виділяють декілька рівнів прояву динаміки ландшафтних систем. Взаємодіючі рівні прояву такої динаміки поділяють на емерджентний рівень організації територіальних систем, який контролює динамічні процеси в межах усього простору системи; компонентно-емерджентний рівень організації, що проявляється на рівні певного ландшафтоформуального компоненту та контролюється емерджентними властивостями системи; міжкомпонентний рівень організації, який проявляється в межах певного компонента й просторово охоплює функціонально поєднані простори взаємодіючих компонентів і контролюється індивідуальними особливостями цих компонентів; внутрікомпонентний рівень організації, який проявляється лише в межах певного компонента, таку динаміку можна назвати парцелярною (Петлін, 2009). Усі ці рівні динамічного прояву реалізуються в межах одного територіального утворення, а тому контролюються його інваріантними властивостями. Саме це надає цим динамічним проявам узгодженості й контрольованої взаємодії. Наявність у цих проявах значного впливу емерджентних залежностей свідчить про існування тут міжсистемного інваріантного контролю. Отже, прояви динаміки в природних територіальних системах – це завжди узгоджений наслідок взаємодії внутрі- й міжсистемного інваріантів.

На рівні найбільших узагальнень динамічні прояви в системах поділяють на внутрішню (автогенну) й зовнішню (алогенну) динаміки. Так, вважають, що динаміка автогенна є важливим чинником просторово-часової поведінки біогеоценозів (Гічка, Ковальов, 2002). Зауважимо, що внутрішня динаміка, справді, є важливим чинником просторово-часової поведінки систем, але не єдиним, а одним із багатьох, наприклад функціонування, еволюція, флуктуації тощо. Тому автогенну динаміку більш доцільно розуміти як таку, яка характеризує динамічні відносини між компонентами, структурними елементами і їх сукупністю з цілісною природною системою. При цьому узгодженість таких динамічних відносин завжди контрольована й, за необхідності, корегована системними інваріантами. Саме вони через контрольовану цілісність систем здійснюють спрямований вплив на компонентну й структурно-функціональну організованість територіальних утворень із метою надання їхнім мінливостям стабільного перебування в межах інваріантного коридору планованого розвитку.

Зовнішня (алогенна) динаміка природних систем проявляється як наслідок впливу на них множини керуючих параметрів, градієнти яких

утворюють структуру зовнішніх щодо цих систем фізичного та інформаційного полів (Гічка, Ковальов, 2002). Така динаміка справді є сукупністю зовнішніх впливів на будь-які природні системи (а не лише, наприклад, біогеоценозів). Щодо того, що такі впливи належать фізичним й інформаційним полям – це справді так, водночас такі поля охоплюють не лише навколишнє середовище систем, а й самі системи, тобто в них поєднуються як внутрішні, так і зовнішні процеси. Тому більш доцільно алогенну динаміку розуміти як вплив сукупності зовнішніх речовинних, енергетичних та інформаційних потоків на природні системи, який викликає в них незворотно-поступальні явища в межах інваріанта. Більше того, саме інваріанти систем контролюють усі динамічні зовнішні процеси, утримуючи їх у динамічно врівноваженому стабільному стані.

Сукупність внутрі- й міжсистемних динамічних явищ і процесів утворюють своєрідне динамічне поле територіальних систем. Загалом, це взаємодіюча сукупність інваріантно контрольованих динамічних рівнів організованості природних територіальних систем (Петлін, 2009), яка є простором (областю) функціонування системи, що залежить від її розміщення й дає можливість реалізувати певну кількість ступенів свободи.

Оскільки будь-яка мінливість природних територіальних систем є складовою їх загального розвитку, то й динамічні явища й процеси також є такою складовою. Загалом динаміку розвитку сприймають як:

- стійкі, односпрямовані напрями змін ландшафту з неодноразовою зміною його станів і трансформацій структур (Мильков, 1990);
- цикли й тренди незворотних генетично визначених стадій розвитку окремої геосистеми, які відбуваються на фоні змін зумовлених зовнішніми чинниками (Естетика и дизайн ландшафта, 2010).

Правильні, з огляду на динамічну мінливість, визначення можна доповнити ентропійним результатом їх реалізації. Тобто динаміка розвитку територіальних систем – це односпрямовані зміни, які реалізуються через їх стани, обмежені певною еволюційною стадією розвитку систем й характеризуються стійким підвищення ентропії в їхніх структурних складових.

У межах розвитку часто розглядають спрямовану динаміку територіальних утворень як розвиток, який припускає стійкі, однобічно спрямовані зміни системи з неодноразовою зміною її станів і трансформацією структур (Давиденко, Білявський, Арсенюк, 2007). Спрямованість забезпечує можливість накопичувати зміни й виникнення нової якості від низхідного до висхідного; від старого до нового; від простого до складного; від нижчого до вищого; від випадкового до необхідного (Мельник, 2012). Спрямованість динамічних явищ переважно полягає в безперервному ускладненні системою складності структури внутрішніх зв'язків, величина якої безперервно контролюється інваріантами систем. При цьому переважно контролюються співвідношення між внутрішньою й зовнішньою складністю структури зв'язків, що є показником міжсистемної стабільності.

Попри інваріантну керованість і корегованість динамічних процесів у територіальних системах, вони характеризуються певною стохастичністю. Отже, виникає динамічна стохастичність як сукупність взаємопов'язаних динамічних властивостей, зумовлених імовірнісним характером процесів і явищ, у становленні яких значну роль відіграє випадковість. При цьому підпростір стохастичної динаміки прямо залежить від часу керівних параметрів (Трубецков, Мчедлова, Красичников, 2005). На фоні різноманітних компонентних, структурних, системноцілісних динамічних змін стриму-вальний чинник для випадкових явищ саме належить керівним параметрам, які сприймають як:

- «вічні» змінні, що утворюють мегарівень систем і виконують для макрорівня роль параметрів порядку (Буданов, 2007);
- параметри, які можливо змінювати від експерименту до експерименту й таким чином впливати на динаміку досліджуваної системи (Безручко, Короновский, Трубецков, Храмов, 2015).

Серед керівних виокремлюють параметри порядку, які відповідають, по суті, своїй назві – ті, що контролюють порядок у системі. Тобто лише спираючись на них, існує реальна можливість функціонально описати саму систему й реально передбачити (хоча б на декілька кроків) її подальший розвиток. У них, як у лінзі, зібрано результатні процеси, що відбуваються у всій сукупності функціональних явищ системи (Малинецкий, Курдюмов, 2003). І керівні, й параметри порядку в територіальних утвореннях контролюються та залежать від специфічних властивостей інваріантів, які надають їм не лише визначеності, а й просторово-часових обмежень. Це формує мінливість таких параметрів, а оскільки вони найбільш системно статичні, то це надає певної стабільності як підпорядкованим параметрам, так і системі загалом.

Узагальнено інваріанти природних територіальних систем спрямовані на підтримання в них системної гармонії загалом та динамічної зокрема. Динаміка гармонійної складової природних територіальних систем є такою їх мінливістю, яка характеризується незворотно-поступальними змінами в межах певної еволюційної стадії. При цьому, оскільки гармонійна складова – це лише організована інформація, то реально її динаміка є інформаційною відповідністю динаміки територіальної системи (Петлін, 2019). А оскільки інваріанти територіальних систем також належать до інформаційної природи, то їх контрольний вплив на їхні гармонійні особливості реалізується зі значною швидкістю й відповідністю щодо внутрі- й міжсистемних відношень.

Значною мірою динамічна мінливість територіальних систем реалізується на їх структурному рівні. Безпосередньо структурну динаміку розглядають на внутрісистемному й міжсистемному рівнях. Внутрісистемна структурна динаміка полягає в спрямованій мінливості структурних (зокрема структурно-функціональних) утворень, що реалізується як безперервне підвищення різноманіття їхніх параметрів. Міжсистемна

структурна динаміка означає зміну морфологічної будови ландшафтного комплексу і взаємозв'язків між його структурними частинами (Давиденко, Білявський, Арсенюк, 2007). Загалом структурна організованість природних територіальних систем – це результатна дія внутрі- й міжсистемних інваріантів. Саме тому структурна динаміка систем – це наслідок не лише інваріантного контролю за їх організованістю, а й сама інваріантно-організувальна дія. Отже, структурна динаміка територіальних утворень є не лише результатним наслідком діяльності системних інваріантів – вона спроможна слугувати індикатором її стану.

Завдяки безперервному контролю з боку внутрі- й міжсистемних інваріантів, у територіальних системах установлюється динамічна рівновага (квазірівновага). Її сприймають як:

- стан системи, який забезпечується сукупністю процесів і явищ, спрямованих на досягнення нею стабільності та здатності відновлення після деструктивних впливів (Петлін, 1998);
- мозаїку територіальних одиниць, яка проявляється в тому, що пропорція площ, котрі перебувають на різних стадіях сукцесії, лишається приблизно однаковою (Гродзинський, 2014);
- постійно присутня (незважаючи на наявність чи відсутність будь-яких збурень) односпрямована, коливальна сукупність процесів і явищ, яка забезпечує системі стабільність у просторі та часі (Петлін, 2018).

Тут динамічні коливання сприймаються не як рухи або процеси, які повторюються в часі. Такі коливання притаманні всім явищам природи: пульсує Всесвіт, стискаючись і розширюючись; пульсують випромінювання зоряних світил унаслідок циклічних ядерних реакцій; із високим ступенем періодичності обертаються планети навколо Сонця; унаслідок обертання Землі навколо своєї осі змінюються нескінченною низкою дні і ночі. У межах будь-якої природної територіальної системи – від фації до планетарної – безперервно відбуваються різноманітні процеси, що ритмічно повторюються. Водночас динамічні коливання характеризуються тим, що на кожному наступному коливанні в системі відбувається приріст ентропії, зростає складність структури зв'язків, накопичуються явища, які розбалансовують відношення з дотичними територіальними утвореннями. І все ж таки, завдяки стабілізуювальним діям системних інваріантів, цілісна система залишається в гармонійному стані. Отже, виникає динамічна рівновага (правильно – квазірівновага) гармонійної складової природних територіальних систем як безперервна гармонійна динамічна мінливість, яка забезпечує гармонійній складовій стабільність у просторі й часі. При цьому така динамічна врівноваженість характеризується ознаками цілісності (Петлін, 2019).

Тут динамічна цілісність природних територіальних систем сприймається як еквіфінальні структури, їх перемінні стани й модифікації,

викликані зовнішніми агентами, у межах епіфації. Термін запропонований Л. Г. Раменським у 1938 р. як однорідні ділянки території з однаковим екологічним режимом, населенням (біоценозом), із подібним походженням і можливостями подальшого розвитку (Раменский, 1938). На сьогодні його сприймають як фацію, яка містить усі перемінні стани, притаманні її інваріанту. Фацію, яка є відтворенням усього її функціонування, динаміки й еволюції у взаємозалежності та взаємозв'язку. Подібна динамічна цілісність, як і будь-яка інша, характеризується просторово-часовою стійкістю, структурністю, емерджентними ознаками й при цьому є цілеспрямованою (Петлін, 2016в). Такі властивості динамічній цілісності систем надають їхні найбільш стабільні механізми, тобто інваріанти. Більше того, саме вони забезпечують динамічну організованість систем у вигляді взаємодіючої сукупності динамічних рівнів організації систем, які характеризують її як цілісне утворення (Петлін, 2009).

Отже, будь-яка природна територіальна система в процесі інваріантно контрольованого цілеспрямованого розвитку характеризується властивістю динамічності. Саме поняття «динамічність» сприймають як:

- фундаментальну якість розвитку системи як цілого, оскільки вона пов'язана з односпрямованістю, однозначною детермінованістю розвитку відкритих невірноважених систем між точками біфуркації, точками вибору шляхів еволюції (Князева, Курдюмов, 2005);
- а) властивість системи, яка полягає в її здатності до змін, розвитку, саморухливості; б) властивість, що має однозначну детермінацію, на відміну від стохастичності (Сетров, 1975);
- властивість об'єктів мати динамічні функції (Петлін, 2009).

Динамічність завжди інваріантно підпорядкована, а тому виділяють внутрі- й зовнішню динамічність, а відповідно – внутрі- та зовнідинамічні інваріанти системних утворень. Внутрідинамічний інваріант територіальних утворень проявляється як обмежена внутрісистемною стабільністю динамічна мінливість внутрішнього інваріанта, яка формує динамічні обмеження для внутрішньої організованості систем. Зовнідинамічний інваріант природних територіальних систем проявляється як коридор можливих динамічних змін територіальної системи, заданий за допомогою зовнішніх чинників її ландшафтним середовищем (Петлін, 2006). У кожному випадку інваріантна стабільність забезпечується її статичною частиною у вигляді взаємодіючої сукупності функціонально незмінних частин ландшафтоформувальних компонентів (Петлін, 1993). Це формує й статичну частину самих цілісних територіальних систем як жорстко зв'язану сукупність взаємодіючих частин чинників природних територіальних утворень, яка являє собою інформаційну основу її структури й зміна якої призводить до якісного розвитку системи.

18. ІНВАРІАНТНО-АРОМОРФОЗНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

На більш високому рівні системної мінливості спостерігаються ароморфозні явища, контрольовані системними інваріантами. Саме поняття «ароморфоз» (термін уведено О. М. Северцевим у 1920 р., утворено від грец. *airo* – піднімаю й *morphosis* – зразок, форма) означає еволюційну зміну, унаслідок якої система піднімається на принципово новий, більш прогресивний ступінь розвитку. Ароморфоз як процес реалізується в інваріантних межах територіальних систем і чітко відділяє саме еволюційні зміни в них, наприклад, зародження від зрілості, а останньої – від клімаксу. Кожен із таких еволюційних змін характеризується власною складністю структури зв'язків. Отже, ароморфоз є певним стрибком (зазвичай, достатньо розтягнутим у часі) складності структури внутрісистемних зв'язків. Це ускладнений вид системно-цілісної мінливості, який ґрунтується на переході безперервного ускладнення внутрішніх зв'язків системи через певні міжсистемно встановлені межі. Явище ароморфозу – це рушійний механізм еволюційних перетворень у природних територіальних системах. Він сприяє досягненню системами організаційного прогресу й водночас – збереженню квазірівноваги між дотичними територіальними утвореннями. Для виконання таких функцій явище ароморфозу повинно спиратися на підтримку й контроль із боку внутрі- та міжсистемного інваріантів. Насамперед це дає змогу цілісній системі відстежувати стан міжсистемних взаємодій (ускладнений різноманіттям дотичних територіальних систем) і за допомогою ароморфозних дій підлаштовувати власну мінливість станів. Отже, ароморфоз – це механізм підвищення територіальними системами власної організованості. В основі ароморфозних явищ виокремлюють такі процеси:

- появу нових еволюційних стадій як закономірний рух територіальних систем на цільовій шкалі інваріантно обмеженої мінливості;
- підтримання структурно-функціональної організованості систем на рівні квазірівноваги з різноманіттям станів дотичних територіальних утворень;
- виникнення захисних механізмів мембранного типу на структурованих системних межах територіальних утворень;
- формування нових, структурованих різноманіттям дотичних систем, відносин між внутрі- й міжсистемними інваріантами;
- установлення нових інваріантних обмежень на амплітуду параметричних коливань у межах певної еволюційної стадії територіальної системи.

Критеріями ароморфозних явищ у природних територіальних системах є те, що:

- належні до них зміни мають не цілісний якісний характер, а викликана ними структурно-функціональна мінливість перебуває в межах наявного інваріантного коридору мінливостей;
- наявні ароморфозні зміни не утворюють нових системних видів навіть на рівні морфологічно ускладнених систем;
- ароморфозні зміни інваріантно контрольовані й не створюють якісно нового середовища системи.

Отже, ароморфозна мінливість у територіальних системах спрямована на створення умов для реалізації в них закономірного інваріантно контрольованого перебігу еволюційних стадій. Перебуваючи під контролем і безперервного корегування з боку внутрі- й міжсистемних інваріантів, ароморфозні явища й притаманні їм процеси не лише самі не виходять за інваріантно встановлені межі мінливості, а й вибудовані ними для виникнення певних еволюційних стадій умови характеризуються цими інваріантними обмеженнями, що автоматично переводить їх на самі еволюційні стадії.

Оскільки цілісні властивості територіальних систем обов'язково характеризуються певною гармонійністю, то ця гармонійність поширюється й на притаманні їм ароморфозні явища. Отже, ароморфоз гармонійної складової територіальних систем на ранніх стадіях розвитку територіальних систем спрямований на підтримання в них квазірівноваженого стану, а на більш пізніх підтримує процеси, які ведуть до трансформації системи і її якісного розвитку з метою створення на її місці якісно іншої системи, яка б була зрівноважена з різноманіттям зв'язків навколишнього середовища (Петлін, 2019). Отже, гармонійність ароморфозних явищ у територіальних утвореннях переважно спрямована на забезпечення їм міжсистемної врівноваженості й просторово-часової стабільності. Реалізувати це не так просто, оскільки міжсистемні взаємозв'язки характеризуються структурованістю залежною від кількості дотичних територіальних утворень. З'являється потреба відстежувати міжсистемну мінливість на декількох радіальних напрямках і щодо кожного з них приймати індивідуальні рішення й при цьому забезпечувати між цими міжсистемними речовинно-енергетичними та інформаційними взаємодіями узгодженість. Це реалізується за допомогою узгодження між внутрі- й міжсистемними інваріантами дотичних систем.

Крім ароморфозів, в еволюції природних систем виокремлюють ідіоадаптації. Вони також являють собою міжстадійно-еволюційні зміни в системах, але мають значно менші масштаби. Ідіоадаптації стосуються дрібних трансформацій, які мають вплив лише в межах певних ароморфоз-

них мінливостей. Вони не призводять до значних розходжень між новими й попередніми еволюційними стадіями, оскільки пов'язані зі змінами вже наявних еволюційних стадій. Водночас ідіоадаптації (від грец. *ídios* – свій, своєрідний, особливий та адаптація) – один зі шляхів досягнення прогресу в територіальних системах, що супроводжується певними змінами в їх будові, не порушуючи загального рівня їхньої організації, тобто є пристосуванням до конкретних умов існування. Вважають, що це одне з головних напрямів еволюційних перетворень, за якого виникають часткові зміни в будові та функціях на рівні структурно-функціональної організованості систем за збереження в цілому рівня організованості наявної еволюційної стадії. Отже, ідіоадаптації більш жорстко, ніж ароморфози контролюються інваріантами систем, тобто дозволений коридор інваріантної мінливості в них значно вужчий. Прикладами ідіоадаптацій у природних територіальних системах можуть слугувати:

- зміни в структурно-функціональній організованості, де з'являються елементи наступної еволюційної стадії;
- зміни в інваріантно контрольованих обмеженнях мінливості, які відповідають наступним еволюційним стадіям;
- застосування системами під контролем їхніх інваріантів захисних механізмів, які були відсутні на наявних еволюційних стадіях;
- поява в окремих структурно-функціональних складових систем різноманіття зв'язків, які притаманні наступній еволюційній стадії.

Загалом ідіоадаптаційна мінливість територіальних систем належить до підготовчого механізму появи в них наступної еволюційної стадії. Цей період загальної мінливості систем характеризується функціональною пороговістю. Саме поняття «порог» (англ. *threshold*) сприймають як:

- найменшу величину, кількість чого-небудь або мінімальну силу, що уможливає вияв певної ознаки або якості (Словник української біологічної термінології, 2012);
- межу, яка, якщо її переступити, може принести швидкі й часто непередбачувані зміни (Сонько, Максименко та ін., 2015).

Пороговість у межах організованості природних територіальних систем завжди інваріантно контрольована. Тобто саме інваріанти дають «зелене світло» на реалізацію певного порогового впливу у вигляді таких змін функціональних характеристик систем (спричинена природними або антропогенними чинниками), які примушують природну систему виходити за межі можливих динамічних коливань, характерних для його гомеостазу (Петлін, 1993). Це повністю стосується й ідіоадаптаційної мінливості. Інваріантно обмежена їх мінливість саме й робить їх лише ідіоадаптивними, а не переводить до розряду ароморфозів.

Пороговість – настільки складне явище, що виділяють навіть порогові стани систем. Це стани, перехід через які призводить до різкої якісної зміни процесів, що в системі відбуваються й до зміни самої її організації. При цьому в аналогічних випадках перехід від старої організації системи до нової неоднозначний, тобто можливі цілі сукупності різних нових форм організації (Моисеев, 1987). Щодо порогових ідіоадаптаційних станів систем, то мінливість викликаних цим явищем станів не належить до якісних. Це варіативна мінливість на фоні міжстадійної еволюційної організованості територіальних систем. Перейти до якісних змін йому не дають змоги стримувальні інваріантні системні властивості. При цьому ефекту стримування зазнають саме порогові значення. Вважають, що в кожній природній територіальній системі існують строгі кількісні порогові значення, під час переходу через які відбуваються станові зміни у всіх компонентів (різної інтенсивності). Ці порогові значення неоднакові в різних видів систем і поки що практично не вивчені (Мамай, 2005). При цьому відомо, що головними з них є внутрішня складність структури зв'язків контролювана системними інваріантами.

Найбільшим ароморфозом у природних територіальних системах вважають їх здатність за безперервного ускладнення складності структури внутрішніх зв'язків переходити порогові властивості, які залежать від складності структури зв'язків міжсистемних. Реалізація такого явища призводить не лише до просування системи за інваріантно визначеним коридором цілеспрямованого розвитку, а й переходом до наступної еволюційної стадії. При цьому системи залишаються в межах контрольних і корегувальних дій попередніх внутрішніх інваріантів. Такі зміни приводять до появи в територіальних утвореннях таких властивостей:

- здатності до встановлення нових інваріантно обмежених показників цілісносистемної стабільності;
- підсилення провідного процесу системної мінливості у вигляді ускладнення структури внутрішніх зв'язків;
- переходу через сукупність порогових станів, які характеризуються взаємопов'язаною ідіоадаптивністю;
- застосуванням системними інваріантами стабілізаційних механізмів, які притаманні лише наступній еволюційній стадії;
- утриманні сукупності мінливостей та викликаних ними станів у межах закономірних змін;
- зберігання інваріантно зумовленої внутрі- й міжсистемної функціональної симетрії та асиметрії;
- переходу внутрі- й міжсистемного інваріантів на нові умови з відповідними цільовими завданнями.

Усі ароморфозні зміни в природних територіальних системах слугують одній важливій меті – підвищити умови системи на нормальне організацій-

не функціонування й забезпечити відповідній ділянці ландшафтної сфери просторово-часової стабільності. Звідси й випливає основне значення ароморфозної мінливості систем. Їх поява підвищує системну опірність під дією зовнішніх деструктивних чинників, а також дає змогу адаптуватися до підвищення складності внутрішніх зв'язків і до підвищення в системі ентропії. Як наслідок, система переходить до нової еволюційної стадії на більш високому рівні її розвитку.

Щодо внутрішньої структури ароморфозної мінливості територіальних систем, то вона полягає в їх диференційованості за допомогою ідіоадаптацій. На сьогодні це явище ще недостатньо вивчене.

19. ІНВАРІАНТНІ ВЛАСТИВОСТІ В РЕГЕНЕРАТИВНИХ ПРОЦЕСАХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Поняття «регенерація» (від лат. *regeneratio* – відродження, відновлення) спиймають як:

- відновлення природних територіальних систем після антропогенного порушення;
- здатність природних систем повністю або частково відновлювати свою структуру. При цьому абсолютного відновлення ніколи не відбувається, оскільки внаслідок деструктуризації й наступної регенерації в системі обов'язково зростає складність структури внутрішніх, міжструктурних зв'язків, а отже, порушується їх баланс із складністю структури зовнішструктурних зв'язків, при цьому скорочується характерний час існування самої системи.

Отже, в основі будь-якої регенерації перебуває явище відновлення. Його розуміють як процес, який приводить до часткового або повного відновлення природної системи, яка зазнала порушення внаслідок впливу різних фізичних або хімічних чинників, а також повернення цій системі колишніх якостей і властивостей, що були порушені минулою діяльністю людини або природними катастрофами. Відновлення територіальних систем може бути лише умовним або наближеним.

Явище відновлення (навіть умовного) потребує декількох умов, на які воно має спиратися. Насамперед це наявність у системі стабілізуючого блоку, який контролює її організованість; наявність у системі інформаційних зв'язків між усіма компонентними й структурно-організаційними складовими, які б забезпечили фонове поширення відновних явищ та узгодженості між ними; наявність міжсистемних інформаційних зв'язків, котрі б забезпечили узгодженість між станами територіального утворення, що виникають у процесі реалізації в ньому відновних явищ. Такі умови, які дають змогу реалізувати в системі відновні явища, обов'язково повинні бути контрольовані й, за необхідності, кореговані. Здійснюється це за допомогою стабілізуючих властивостей внутрі- й міжсистемних інваріантів. Отже, саме інваріанти є тією основою, яка контролює в системах явища відновлення й, отже, регенерації.

Загалом, в основу будь-якої регенерації покладено три групи процесів:

- відновлення гомеостазу;
- компенсація пошкоджень;
- пристосування системи до нових умов існування.

Ці процеси отримали назву компенсаторно-пристосувальних.

Відновлення гомеостазу територіальних систем, тобто стійкості розміщення елементів і блоків системи в просторі й функціонування (набору

змінних станів) у часі, – це здатність зберігати системою в основних рисах свою структуру, характер зв'язків між елементами, функціонування, незалежно від зовнішнього впливу (Дьяконов, 1991). Крім того, гомеостаз – це динамічна сталість середовища територіального утворення, яке характеризується сукупністю його станів, що задовольняють положення рівноваги системи в просторі та часі. Отже, збереження гомеостазу для територіальних систем є життєво необхідним. Саме тому для регенеративних процесів, спрямованих на збереження гомеостазу системи, задіюють увесь стабілізаційний ресурс внутрі- й міжсистемних інваріантів. Такий фоновий стабілізаційний тиск на деструктивні чинники впливу приводить до їх швидкої нейтралізації й відновлення пошкоджених організаційних елементів.

Явище компенсації (англ. *compensation*) пошкоджень унаслідок впливу зовнішніх деструктивних чинників реалізується як реакція системи на порушення її життєдіяльності, за якої непошкоджені структури (компоненти) виконують функції пошкоджених (Словник української біологічної термінології, 2012). Така структурна підміна не здатна в повному обсязі замінити зруйновану структуру. Тобто ця заміна виграє для системи час, упродовж якого вона спроможна шляхом регенерування відновити пошкоджену структуру. Такий регенеративний процес контролюється внутрішнім інваріантним системою, який, сприймаючи явище структурної замінності, надає системі необхідної стабільності на час регенерації.

Пристосування системи до нових умов існування внаслідок появи регенеративних явищ реалізується на фоні стабілізаційних умов, контрольованих внутрі- й міжсистемним інваріантами. Відбувається корегування коридору мінливостей системи в процесі її цільового розвитку з установленням нових стабілізаційних умов, які забезпечують внутрі- й міжсистемну врівноваженість.

На фоні сукупності регенеративних явищ і процесів у природних територіальних системах спостерігаємо також явище неповної регенерації або субституції. Це – неповне заміщення утвореного структурного дефекту іншою структурою. Така форма регенерації дуже часто трапляється особливо за наявності великих за розмірами дефектів, а також у системах, у яких превалює внутрішня форма регенерації. Контроль за процесом неповної регенерації здійснює внутрісистемний інваріант, що надає їй необхідного стабільного стану на період умикання регенеративних механізмів.

Оскільки ми розглядаємо особливості саме регенеративних процесів у територіальних системах, контрольованих інваріантами, то такий процес є набором станів системи, що відповідає впорядкованій неперервній або дискретній зміні деякого параметра, який задіяний, а також відповідає за регенеративні явища, що визначає характеристики чи властивості системи. Здебільшого таким параметром є час (Катренко, 2013). Регенеративні про-

цеси в територіальних утвореннях завжди багатоваріативні, просторово розгалужені й водночас взаємоузгоджені. Це явище системи реалізують завдяки наявності інваріантного стабілізаційного спрямованого тиску на всі системні функції.

Крім внутрішніх регенеративних процесів, у територіальних системах спостерігаються й зовнішні (алогенні) регенеративні процеси. Вони найчастіше спрямовані на допомогу системі в нейтралізації деструктивних впливів і явищ. Керовані міжсистемними інваріантами алогенні, регенеративно спрямовані процеси шляхом підвищення речовинно-енергетичних потоків спрямовано діють на деструктивні явища й належать до загального регенеративного механізму. Тобто, коли вони надходять до системи, то підпадають під стабілізувальний вплив внутрісистемного інваріанта й функціонують під його контролем.

Не часто можемо спостерігати регенеративні явища в окремих структурах територіального утворення. Найчастіше регенеративні процеси мають апліквативний характер. Це такий процес, який водночас спостерігаємо в різних структурних складових територіальної системи, наприклад підвищення внутріструктурної різноманітності зв'язків. У такому випадку за певних обставин (наприклад підвищення інтенсивності прояву наслідків процесу) окремі структури одновидового процесу можуть зливатись або роз'єднуватись, така динамічна процесна виявленість поки що є не дослідженою. Водночас це закономірне явище, оскільки будь-яка територіальна система характеризується тотальністю взаємозв'язків і взаємозалежностей. Як наслідок, не лише деструктивні чинники отримують фоновий вигляд, а й регенеративні процеси стають апліквативними. Більше того, контрольні інваріантні ефекти також мають апліквативний характер, що сприяє розпорошенню негативних впливів і водночас уключення до регенеративних явищ усіх структур.

Найчастіше регенерація природних територіальних систем унаслідок впливу зовнішніх деструктивних чинників обмежується властивостями самовідновлення без змін їх організованості. Таке явище в науковій літературі отримало назву «аутопоез» (від грец. *αὐτός* – сам, один і *ποίησις* – творення). Тобто це взаємопов'язана система регенеративних механізмів притаманна взаємодіючим територіальним системам, яка забезпечує самовідновлення їхніх організаційних залежностей (просторово-часової організації) внаслідок природного чи антропогенно спровокованого деструктивного впливу. Так, М. Ейгену (1974) удалося побудувати задовільну математичну модель аутопоезної системи, яка відображає реальний процес біологічних макромолекул. Явище аутопоезису в територіальних утвореннях має цілісно-функціональну природу, тобто стосується всіх їхніх складових. Як наслідок, воно повинно зважати на організаційні особливості як компонентної, так і структурної системної організованості, і забезпечува-

ти їм у процесі регенерації узгодження. Для цього воно повинно спиратися на механізми, які б забезпечили аутопоезису такі властивості. Сам аутопоез – це лише сукупність взаємопов'язаних регенеративних процесів, що не може характеризуватися функціями такого фонового контролю й спрямованого узгодження різноваріантних складових. Для виконання таких функцій аутопоезис використовує властивості територіальних систем, які регенерують у вигляді їх інваріантів.

Щодо самого явища самовідновлення в природних системах, то це процес відновлення структури, властивостей, кількісного і якісного складу природних систем, що відбувається без участі людини, тобто самостійне їх повернення до стану динамічної рівноваги, із якого їх виведено внаслідок дії природних або антропогенних чинників (Екологічна енциклопедія. Т. 3, 2008). Отже, головним індикаційним чинником явища самовідновлення є процес відновлення структури систем. Це спостерігаємо тому, що за будь-якого деструктивного впливу найперше удар приймає на себе організаційна функціональна структура системи. І саме вона внаслідок успішних регенеративних дій спрямовано відновлює властивості структури компонентної. Та оскільки функціональна структура є результатною дією інваріанта системи, то й процеси самовідновлення інваріантно контрольовані й інваріантно забезпечені сукупністю необхідних регенеративних механізмів.

Загалом, зовнішні деструктивні впливи не безперешкодно впливають на територіальні системи. Їм перешкоджає така їх властивість, як буферність (інерційність). Її сприймають як:

- спроможність природних територіальних систем витримувати коливання зовнішніх і внутрішніх впливів (Сочава, 1978);
- властивість, яка пов'язана з величиною області станів природних територіальних систем z_0 ; чим вона ширша, тим системи мають більше шансів залишатися в ній за антропогенного навантаження. Ці стани становлять немов бар'єр у фазовому просторі територіальних систем, перетнути який складно (Гродзинський, 2014).

Чим вища нормальна амплітуда ритмів територіальних систем, тим вони більш стійкі. Їх буферність залежить від багатьох чинників: насамперед від маси територіальної системи (сукупність мас усіх компонентів, що її становлять) (Дьяконов, Иванов, 1991); по-друге, від здатності систем «приглушувати» зовнішній сигнал, шляхом передачі його від елемента до елемента, – Ю. Г. Пузаченко назвав цю властивість багатозв'язаністю або багатоканальною компенсацією (1988); по-третє, від складності природної територіальної системи (Арманд, 1983), але ця складність повинна мати певні межі (за Мамай, 2005). Тут у якості амплітуди ритмів розуміють усі цикли й ритми, які, у підсумку призводять до зміни поступлення в природну територіальну систему тепла та вологи. Будь-яке відхилення від нормальної амплітуди ритмів викликає значні зміни або в природному

компоненті, або в цілісній системі, або і в тому й іншому водночас (Мамай, 2005).

Отже, буферність територіальних систем – це їхня властивість протидіяти зовнішнім деструктивним чинникам та підтримувати наступні регенеративні явища завдяки контрольованим узгодженим внутрішнім і зовнішнім інваріантно контрольованим властивостям. Активізація буферності не порушує внутрішньої організованості територіальної системи, тобто вона повністю перебуває в межах її інваріантної мінливості.

Властивість системної буферності внутрісистемно диференційована між компонентами й структурами. Як наслідок, через їх сукупні функції виникає буферний синергетичний ефект. Отже, синергетична буферність – це сукупність взаємодоповнювальних областей станів складових територіальних систем і їх поєднань, які характеризуються бар'єрними ефектами й протидіють деструктивним зовнішнім збуренням. Такий буферний ефект найчастіше розуміють як подію, що є результатом існування іншої події (збурення) та спрямована на ліквідацію або гальмування її дії. Буферний ефект може бути достатнім (адекватним) для забезпечення нормального буферного функціонування територіальної системи й недостатнім, який не спроможний адекватно нейтралізувати процес збурення. У такому разі в системі спостерігають деградаційні явища (Петлін, 2018). Нейтралізаційна недостатність буферної властивості в природних територіальних утвореннях є недостатністю інваріантною, тобто опірність системного інваріанта виявляється недостатньою для протистояння зовнішнім деструктивним збуренням і система стрибкоподібно отримує якісний розвиток, тобто руйнується й на її місці виникає якісно інша (або якісно інші) система з інваріантом, котрий спроможний витримати наявні деструктивні впливи.

До регенеративних функцій територіальних систем належить і властивість виживання. Її сприймають як сукупність дій, а відповідно станів, територіальних утворень, котрі спрямовані на забезпечення їх стабільного існування в часі та просторі. Механізм виживання вмикається внаслідок дії дестабілізаційних чинників, таких як природні флуктуації й антропогенне навантаження й має мету повернення систем до нормального функціонування (Петлін, 2013). В основі виживання територіальних систем перебуває організаційний блок, який відстежує ситуацію в системі та дотичних до неї територіальних утворень, контролює вмикання механізму виживання, надає йому енергетичні ресурси, які відповідають інтенсивності наявних деструктивних явищ, контролює й забезпечує перебування системи в межах наявного інваріантного коридору дозволеної мінливості. Таким організаційним блоком у територіальних системах є внутрішній інваріант, який долучає міжсистемні інваріанти для збереження міжсистемної врівноваженості.

Ефективність регенеративних явищ у природних територіальних системах значною мірою залежить від оперативності регенеративних механізмів. Загалом, поняття «оперативний» – це той, що пов'язаний із безпосереднім і швидким практичним виконанням яких-небудь завдань: оперативного контролю, отримання оперативної інформації, виконання оперативного завдання тощо. При цьому виконання оперативного завдання залежить від наявності оперативної інформації на фоні ефективного оперативного контролю. Як контроль так і отримання інформації, а отже, надання системам регенеративного оперативного завдання здійснюють їх інваріанти. Завдяки широкому об'єму інформаційно-керівних можливостей інваріанти систем спроможні не лише ефективно керувати регенеративними процесами та явищами, а й часто передбачати майбутні деструктивні зовнішні впливи. Таке явище реалізується завдяки існуванню своєрідного оперативного простору. Це простір, у межах якого розгортаються дії, спрямовані на гальмування або ліквідацію деструктивних зовнішніх впливів. Він виходить за межі природних територіальних систем, а тому контролюється як сукупністю внутрішніх інваріантів навантажених територіальних утворень, так і сукупністю міжсистемних інваріантів, які узгоджують між собою весь регенеративний процес.

Отже, властивість оперативності в територіальних системах полягає у швидкості, своєчасності дії адаптаційних механізмів щодо мінливості зовнішніх і внутрішніх чинників впливу, спрямованих на своєчасне корегування організаційних явищ. Від ефективності оперативних дій значною мірою залежить не лише просторово-часова стійкість систем, а й сам факт їх існування (Петлін, 2016б). Тут поняття «адаптаційний механізм» (від *адаптація* і грец. *μηχανή* – знаряддя, пристрій) сприймається як такі механізми, які реалізують алгоритми пошуку локальних екстремумів без прогнозування змін зовнішнього середовища, тобто лише за інформацією про оточення, одержаною на цей момент (Моисеев, 1990). Це одні з головних механізмів внутрі- й зовнісистемного саморегулювання. Відзначаються багатофункціональністю та взаємозамінністю (якщо виходить з ладу один із механізмів, його функції здатен взяти на себе інший). Адаптаційні механізми забезпечують гармонізаційне вписування системи в оточення, а також внутріструктурних складових системи в її емерджентно-функціональне середовище.

Швидкість, своєчасність вмикання адаптаційних механізмів під час реалізації регенеративних функцій природними територіальними системами потребує безперервного контролю з боку їхніх інваріантів. Тобто як внутрі-, так і міжсистемні інваріанти під час регенеративних дій системи працюють зі значним навантаженням. При цьому з'являється потреба підсилення між ними узгоджувальних функцій. Більше того, оскільки регенеративні періоди систем потребують збільшення енергетичних влас-

тивостей, то ситуація залежить від кількості енергетичних ресурсів у дотичних територіальних системах. Такі ресурси представлені матеріальними об'єктами, у яких зосереджена енергія, придатна для практичного використання системою. Чим більше таких ресурсів у дотичних системах, тим швидше відбувається регенерація в деструктивно навантаженій. Ситуація ускладнюється оперативністю доставки до системи з регенеративними явищами такої енергії. Тут значна роль належить міжсистемним інваріантам, які контролюють міжсистемні горизонтальні потоки, тобто від їх спроможності їх активізувати.

Вплив на регенераційні процеси в природних територіальних системах здійснюють притаманні їм явища мобільності. Тут поняття «мобільність» сприймають як процес, пов'язаний зі зміною під спрямованою дією середовища внутрі- й міжсистемної активності системи. Отже, властивість мобілізованості є можливістю моментальної побудови будь-яких роздрібнених організаційних комбінацій, які забезпечують функціональній системі одержання корисного пристосувального результату (Анохин, 1973). Тобто системи обирають із потенційно можливих пристосувальних комбінацій (найчастіше структурно-функціональних) найбільш оптимальні щодо наявних ситуацій необхідного регенеративного процесу. Такі дії не лише потребують фоново-системного контролю, а й безперервного корегування, оскільки під час реалізації регенеративних явищ у системах спостерігаємо значну станову мінливість. Отже, такі функції знову таки повинні контролювати системні інваріанти за допомогою можливості швидкого інформаційного відслідкування регенеративного процесу.

Загалом, успіх регенеративних процесів у територіальних системах значною мірою залежить від їх виносливості (живучості), тобто здатності зберігати свої функціональні особливості або можливості їх відновлення за відхилення умов навколишнього середовища від оптимальних для себе параметрів (Мельник, 2005). У територіальних утвореннях властивість виносливості концентрується в їхніх інваріантних властивостях. При цьому чим більша в інваріанта динамічна складова тим він більш витривалий щодо зовнішніх негативних впливів. Водночас якщо конкретному системному інваріанту бракує виносливості, він здатен залучити для підтримки через міжсистемні інваріанти витривалість дотичних територіальних систем.

Наближеним у територіальних утвореннях до властивості виносливості є властивість витривалості. Її сприймають як здатність системи зберігати свої функціональні особливості або можливості їх відновлення в разі відхилення умов зовнішнього середовища від оптимальних для неї параметрів, або сумарна дія ефектів толерантності й резистентності (Основи стійкого розвитку, 2005). Тут поняття «толерантість» – це діапазон здатності не сприймати деструктивні впливи, а також адекватно реагувати

на ті з них, які система сприймає, й адаптуватися до них. Така толерантність інформаційно забезпечена інваріантами територіальних систем, що надає їй функціональну стабільність. Щодо резистентності, то це здатність блокувати, локалізувати патогенез (Mendoza, Estrada, 1979; Mussell, Malone, 1979), що є відображенням стійкості системи до дії деструктивних чинників. Розрізняють резистентність пасивну й активну. Пасивна резистентність пов'язана з внутрішніми структурно-функціональними особливостями систем – просторовим розміщенням структурних складових, їх просторово-часовою динамікою. Активна – зумовлена захисно-приспосувальними механізмами (Петлін, 2013). Така чітка регенеративно спрямована дія резистентності для ефективного застосування в територіальних утвореннях потребує широкої контрольованої підтримки. Її блокувальна здатність ґрунтується на вчасному надходженні інформації про деструктивні чинники, наявності в резистентному резерві необхідних блокувальних механізмів, відслідковуванні реакції системної організованості на результати блокування патогенезу, відслідковування про вихід системи за межі інваріантно встановленого коридору мінливостей. Такий широкий спектр властивостей потребує наявності у властивості резистентності системного контрольованого блоку, який водночас був би спроможний вчасно втручатися до процесу за його виходу за встановлені межі. Такі функції в територіальних системах спроможні виконувати лише їх інваріанти.

Одним із головних чинників регенерації природних територіальних систем є явище інерційності. Загалом, поняття «інерційність» сприймають як:

- спроможність системи зберігати свій стан (рівномірний прямолінійний рух або спокій) щодо діючих на неї сил (Лопушанський, 2003);
- спроможність геосистем протистояти зовнішнім збуренням і зберігати свій стан, тобто інваріантні риси структури й функціонування, протягом заданого інтервалу часу (Исаченко, 2003);
- спроможність ландшафту затримувати на деякий час реакцію на зовнішній вплив, зменшуючи при цьому амплітуди цих «відкладених» коливань (Гродзинський, 2014).

Отже, інерційність – це своєрідний механізм, який використовують територіальні системи в процесі регенерації після деструктивних зовнішніх впливів. Загалом властивість інерційності полягає в здатності системи зберігати свій стан (рівномірний прямолінійний рух або спокій) щодо діючих на неї сил, або здатність геосистем протистояти зовнішнім збуренням і зберігати свій стан, тобто інваріантні риси структури й функціонування, упродовж заданого інтервалу часу (Исаченко, 2003). Це один з основних функціональних механізмів природних територіальних систем, спрямований на їхню функціональну стабілізацію й «стирання» стрімкості настання перехідних станів. Про інтенсивність цього явища найкраще свідчить

інерційність систем у стані їх самоорганізації у вигляді властивості зберігати в такому стані еволюційно-трансформаційний напрям розвитку, незважаючи на практично будь-які зовнішні впливи. Ефект інерційності належить до організаційно підтримувальних. Для його появи системи повинні мати інформаційно-контрольну основу, яку надають їй системи у вигляді інваріантів. Саме інваріанти, завдяки своїй основній властивості у вигляді стабільності, притримують територіальні утворення на певних станах, тобто забезпечують реалізацію ними інерційності.

Регенерація практично є синонімом поняття «відновлення». Це процес, який призводить до часткового або повного відновлення систем, котрі зазнали порушення внаслідок впливу різних фізичних або хімічних чинників. Щодо конкретно природних територіальних систем, то їх відновлення – це повернення системам колишніх якостей і властивостей, які були порушені минулою діяльністю людини або природними катастрофами. Відновлення територіальних систем може бути лише умовним або наближеним. Оскільки відновлення надзвичайно наближене поняття до регенерації, то й головну роль у його реалізації відіграють внутрі- й міжсистемні інваріанти. Утримуючи системи в умовно стійкому стані, інваріанти дають змогу реалізувати механізми регенерації в повному обсязі.

20. ІНВАРІАНТИ У ВЗАЄМОДІЮЧИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Явище взаємодії є тим чинником, без якого жодної територіальної системи не може існувати. Отже, поняття «взаємодія» трактують як:

- взаємодія (взаємна причинність, або функціональна взаємозалежність) є детермінація наслідку взаємною дією (Бунге, 1962);
- категорія для означення взаємовпливу речей, що полягає в обміні між ними речовиною та енергією. У широкому розумінні – це засіб існування матерії (Сетров, 1975);
- такого виду відношення матеріальних тіл, за якого, впливаючи одне на інше, тіла змінюють свій стан (Круть, 1978);
- дія матеріальних об'єктів один на одного, що призводить до зміни їхнього стану (Лопушанський, 2003);
- передача руху або інформації від одного тіла до іншого (Великий тлум. словник, 2004);
- вплив частин системи одна на одну (або поєднаних систем) відповідно до їхніх взаємозв'язків, які здатні виражатись у формах змін станів частини системи (чи окремої системи) або передачі сигналу від однієї частини (системи) до іншої. Кількість можливих взаємодій визначає різноманітність поведінки системи, котра швидко зростає зі збільшенням кількості взаємозв'язків і петель зворотного зв'язку (Петлін, 2005б);
- континуально-неперервний процес взаємопов'язаної причинно-наслідковими зв'язками трансформації параметрів об'єкта й середовища (Старіш, 2005);
- філософська категорія, що відображає відносини між об'єктами, за яких кожен з об'єктів діє (впливає) на інші об'єкти, призводить до їх зміни, водночас зазнає дії – впливу з боку кожного з цих об'єктів, що, зрештою, зумовлює зміну його стану (Україна: основні тенденції ..., 2005);
- процес впливу одних об'єктів, їхніх властивостей на інші, споріднені предмети, явища, процеси. Вона є способом здійснення змін, трансформації, взаємопереходів властивостей об'єктів, створення нових предметів, розвитку наявної дійсності, світового процесу руху–розвитку (Буян, 2015).

Взаємодія – це явище, яке володіє абсолютною імперативною властивістю щодо всього матеріального світу, оскільки без взаємодій він би не зміг не лише існувати, а й виникнути. Головними властивостями взаємодії є надання об'єктам функціональної взаємозалежності; забезпечення їх обміном речовиною, енергією та інформацією; сприяння зміні стану об'єкта;

передавання об'єктам руху (мінливості); є причиною виникнення в об'єктах різноманіття; сприяння трансформації параметрів об'єкта та його середовища; створення нової дійсності. Отже, взаємодії – це надзвичайно складні явища природи, які характеризуються властивостями, що забезпечують природним утворенням життєві функції. Постає запитання: чи взаємодії цілком автономні явища, чи вони чимось контролювані? Безконтрольність таких складних явищ обов'язково призвела б до виникнення своєрідного хаосу взаємодій. Тобто повинен бути контроль. Оскільки взаємодії – це відношення між певними дотичними утвореннями, то й контроль за ними повинен перебувати в них. Такими контрольними функціями характеризуються міжоб'єктні інваріанти, які, зокрема, обмежують активність взаємодій.

Виокремлюють безпосередні взаємодії як такі, що включають цілі ланцюги проміжкових ланок, лише б вони не охоплювали зв'язків із якимось іншими системами. Це відповідає переважно внутрішнім, і не лише прямим взаємодіям між елементами, а й загалом частинам певного об'єкта (Кремянский, 1977). Вважаємо, що це визначення потребує уточнення. Якщо взаємодія відбувається через декілька проміжкових ланок – вона не безпосередня. І не важливо: вона внутрісистемна чи міжсистемна. Так, наприклад, взаємодія між структурними складовими однієї системи, які не мають безпосереднього контакту, відбувається через третю (інші) структурні складові, й мають явний опосередкований характер. Якщо взаємодії розглядають на рівні та в межах неподільного (у нашому випадку – територіально-географічного неподільного) цілого і водночас залучають треті частини (наприклад, газові), то дійсно такі взаємодії можемо трактувати як умовно безпосередні. Умовно можемо вважати, що існують внутріоб'єктні безпосередні взаємодії, які контролюються винятково їхніми внутрішніми інваріантами. Така думка цілком теоретична, оскільки завжди присутні міжоб'єктні взаємодії, які впливають і корегують внутріоб'єктні. Такі внутріоб'єктні теоретичні взаємодії, контролювані інваріантом об'єкта, неначе перебувають у замкненому просторі й тому характеризувались би абсолютною стабільністю. На певному етапі в них би припинився будь-який рух і вони б перейшли до стадії мертвого утворення. Отже, взаємодії – це контролювані внутрі- й міжоб'єктними інваріантами явища, які є основою появи й подальшого функціонування будь-яких природних утворень.

Взаємодії – це не лише явища, які сприяють розвитку й удосконаленню природних утворень. Часто їх дія має деструктивний характер. Таке явище в територіальних системах називається аверсією (від франц. *avers* – повернути обличчям). Це такий вплив однієї поєднаної територіальної системи (систем) на іншу, унаслідок якого пригнічується здатність останньої нормально функціонувати. Явище аверсії виконує захисну функцію для певної ділянки ландшафтної сфери у випадку, коли переважаюче

ускладнення системи внутрішніх зв'язків над зв'язками зовнішніми виводить комплекс із-під контролю власного оточення. Аверсія не є дією поодинокого чинника (гідрогенного, біогенного, антропогенного) – це вплив природної територіальної системи (систем) як цілісного утворення з емерджентними властивостями. Отже, деструктивність на рівні індивідуальної системи може виявитись організувально-додатною на більш високому організаційному рівні. Загалом явище аверсивності в територіальних системах для оптимальних функцій повинно бути міжсистемно контрольованим і безперервно корегованим, оскільки у взаємодіючих системах безперервно відбувається значна кількість різноманітних мінливостей. Такі функції належать міжсистемним інваріантам, котрі здатні контролювати аверсивні явища з глибокими ієрархічними коріннями.

Загалом, здатність будь-яких систем сполучатися з іншими системами називається «валентністю» (від лат. *valentia* – сила) (Словник іншомовних слів, 1975). Оскільки валентність завжди має зовнішній вияв, то її часто трактують як екологічний чинник. Виникає екологічна валентність, яку сприймають як:

- діапазон здатності виду існувати в різноманітних умовах середовища (Реймерс, 1988);
- ступінь спроможності певного виду територіальних систем витримувати зміни будь-якого чинника середовища (наприклад аномальних температур). Види систем із широкою екологічною валентністю називаються еврибіотичними, а з вузькою – стенобіотичними (Дедю, 1990).

Природні територіальні системи як із еврибіотичною, так і зі стенобіотичною валентністю мають її критичний ступінь, у межах якого система за відносно короткий проміжок часу перебудовується з метою зміни інваріанта (виникнення на її місці іншої системи) й відповідного підвищення діапазону екологічної валентності. Такий процес не суто внутрішньо системний, а відбувається під контролем функціонального середовища системи, що забезпечує збереження стану квазірівноваги на міжсистемному рівні організації відповідної ділянки ландшафтної сфери. Контроль функціонального середовища над системою завжди реалізується як міжсистемно інваріантний, що й забезпечує взаємодіючим системам необхідні функціональні обмеження. Саму міжсистемну взаємодію часто сприймають як відповідні взаємовідносини. Їх трактують як:

- саму сутність живого світу. Біологічну форму, що складається з взаємовідносин, а не з частин (Bateson, 1979);
- взаємозв'язок, взаємовплив між предметами, явищами (Великий тлум. словник, 2004).

У спонтанному режимі функціонування природних територіальних систем взаємовідносини – це не просто сукупність взаємовпливів, а

гармонізоване (квазігармонізоване) в часі та просторі співіснування як внутрісистемних компонентних складових, так і взаємодіючих територіальних систем як цілісних утворень. Із позицій інваріантної організованості територіальних систем взаємовідносини між ними є безперервно контрольованим й корегованим інваріантним процесом системних взаємовпливів, спрямованих як на внутрісистемний, так і на міжсистемний цільовий розвиток систем.

Часто взаємодію між територіальними утвореннями сприймають на геосистемному рівні узагальнень. Її трактують як:

- зв'язок об'єктів, співвіднесений із конкретними потоками речовини, енергії та інформації в певних просторових і часових інтервалах. Існує класифікація геосистемних взаємодій. Зроблено їх розмежування за характером матеріального носія (речовинні, енергетичні, інформаційні); за походженням (власні й вимушені); за просторовим і часовими масштабами; за характером просторових зв'язків (однобічні, двобічні, колові, ланцюгові, рогоалужені); за характером просторового виразу в геосистемах (нуклеарні, контактні, катеноподібні, басейнові тощо); розмежовані взаємодії наближеної й віддаленої дії; потенційні, динамічно врівноважені та реальні; взаємодії місць і станів. Із врахуванням цих співвідношень установлено основні блоки геосистемних взаємодій: геосистема–поток, геосистема–геосистема, геосистема–середовище (Боков, 1990);
- засіб існування геосистем, відношення матеріальних тіл і властивостей елементів, дія, що зумовлює зміну стану систем та їхніх структурних складових, взаємна причинність, або функціональна взаємозалежність на рівні внутрішньої й зовнішньої організації, передавання руху або(й) інформації, яка визначає різноманітність поведінки системи та водночас континуально-неперервний процес трансформації параметрів системи й середовища (Петлін, 2016а).

Оскільки геосистемна організованість передбачає участь у ній людини (спрямованої або опосередкованої), то такі утворення характеризуються додатковим ускладненням, яке часто не враховує її інваріантну контрольованість. Та пріоритетність саме природно-інваріантної контрольованості надає геосистемам певної просторово-часової стабільності й перебування в межах інваріантного коридору дозволеної мінливості.

У межах територіальних систем виділяють внутрістанові взаємодії, які не закінчуються зміною стану взаємодіючих матеріальних об'єктів. Їх трансформаційне зусилля менше, ніж потрібно для зміни стану системи. Але воно є. Чи доцільно таке явище взагалі відносити до взаємодії? Вважаємо, що так, але ця внутрістанові взаємодія якісно відрізняється від інших взаємодій. То чи доцільно взагалі на неї звертати увагу? Очевидно, так, оскільки такі взаємодії характеризуються наявністю ефекту кумулятивності

й за досягнення певної критичної межі вони здатні переходити до розряду звичних взаємодій (Петлін, 2016а). Щодо міжстанових взаємодій, то їх часто ототожнюють із функціональними, за яких відбувається зміна станів систем. Водночас вважають, що для системи функціональні взаємодії є взаємодією її елементів (Круть, 1978). Як внутрі-, так і міжстанові взаємодії – це широкий механізм загальної мінливості систем, який реалізується в межах інваріантно контрольованого коридору дозволених системних мінливостей, а тому належить до загального організаційного розвитку систем. Міжсистемні взаємодії – це частина взаємодій системи із середовищем (крім міжсистемних горизонтальних, існують ще й компонентно-вертикальні середовищні взаємодії). Правильно вважають, що система поза середовищем не може бути активною, оскільки лише взаємодія із середовищем і виникнення при цьому відхилень, протиріч створюють необхідні умови активності системи, її саморуху в напрямі самозбереження (Абдеев, 1994). Взаємодія з дотичними територіальними системами значною мірою ускладнена, оскільки таких систем найчастіше є декілька й кожна характеризується власною індивідуальністю, а відповідно, і власною взаємодією з центральною системою. Як наслідок, ускладнюється регулювання таких взаємодій. Територіальному утворенню стає необхідно створювати окремі блоки керування з кожною дотичною системою. Реалізується така вимога залученням міжсистемних інваріантів, які мають у просторі розподілений керувальний блок. У ньому відбуваються на рівні інформаційних сигналів узгодження між усіма частинами інваріанта. Отже, організованість територіальних систем на рівні міжсистемних взаємодій стає реальною завдяки узгодженості дотично-системних інваріантів.

Міжсистемні взаємодії перебувають в основі формування ієрархічно ускладнених природних територіальних систем. Тут пріоритетні взаємодії ієрархічно-інформаційні. Вони представлені функціонально спрямованими багаторівневими інформаційними взаємовпливами між системами або між їхніми структурними складовими, які викликають у кожній із них розряд енергії за величиною, що перевищує силу впливу, спрямовану на їх просторово-часову впорядкованість. У такій взаємодії ключовими моментами є закономірності утворення ієрархічної підпорядкованості й просторово-часового функціонування ієрархічно організованих природних територіальних систем (Петлін, 2013). Така складна територіальна організованість на рівні інформаційних сигналів контролюється значною сукупністю різноманітних інваріантних явищ, які самі мають інформаційну природу. «Павутиння» інваріантних взаємодій обов'язково контролюється узагальнювальним ієрархічно вищим інваріантом, що має найбільш розгалужену систему взаємодій. Отже, наявна ієрархізована інваріантна система з центральним інваріантом, який має загальні ієрархічні керівні функції.

Щодо безпосереднього явища утворення природних територіальних систем, то тут провідна роль належить системоформувальним взаємодіям. Вони представлені зв'язками об'єктів, співвіднесених із конкретними потоками речовини, енергії та інформації в певних просторових і часових інтервалах. Таке складне різноманіття взаємодій на самому початку зародження територіальних утворень не може спиратися на підтримувальну роль системного інваріанта, оскільки він сам перебуває на стадії зародження. Отже, контрольну роль тут винятково відіграють міжсистемні інваріанти, які й утворюють новий системний інваріант задля розвантаження своїх складових найчастіше в умовах розбалансованих відношень з інваріантом попередньої системи.

В основу взаємодій у територіальних системах покладено певні системні відношення. Загалом, поняття «відношення» сприймають як:

- закон, стійке в системах; характеристика їх зв'язаності, що зберігається в заданих змінах сукупності елементів і можливості приведення до загальної міри (Сороко, 2006);
- найбільш загальна й первинна категорія, яка не має виразу через інші, більш прості поняття. За змістом відношення охоплює та узагальнює такі поняття, як «зв'язок», «залежність», «взаємодія», «взаємозалежність», «відповідність», «відображення» тощо. Формальною мовою відношень називають деякі види відображень, заданих на тій самій множині (Кофман, 1975);
- філософська категорія, яка характеризує взаємозалежність елементів певної системи. При цьому відношення не нейтральне до речі або її властивостей (Философский энциклопедический словарь, 1983);
- клас зв'язків, котрі не є безпосереднім виразом процесів, а лише завжди вказують на особливу взаємозалежність сторін будь-яких процесів, їх кінцевих результатів тощо (Мересте, Ныммик, 1984);
- опосередкований зв'язок об'єктів (явищ, процесів, властивостей, відношень) без указівки на проміжкові ланки цього зв'язку, на процеси, які цей зв'язок складають. Тобто поняття «відношення» вказує на взаємозалежність двох і більше станів, властивостей або відношень, безпосередньо не пов'язаних між собою, які є лише кінцевим результатом процесів, без урахування їх самих (Свидерский, Зобов, 1979);
- деяка відповідність, зіставлення для елементів однієї множини (Геренчук, Раковська, Топчієв, 1975);
- яка-небудь співпричетність, доторканість, участь, залежність між компонентами в екосистемі (Соколов, 2002);
- відношення (зв'язки) – це ті властивості системи, що об'єднують її в єдине ціле (Михайлівська, Ісаєнко, Гроза, Криворотько, 2006);

- відношення – це те, що утворює річ (систему) з певних елементів (такими елементами можуть бути й інші речі, і властивості, і відношення) (Поскряков, Любинская, Уемов, 2007);
- теоретично закономірні комбінації властивостей, за якими можуть стояти фізичні взаємодії (Хорошев, 2016).

Термін «відношення» стосовно елементів системи найчастіше відповідає як «зв'язку», так і «співвідношенню» між ними. На думку В. І. Крем'янського (1977), це різні поняття; наприклад, співвідношення за формою й величиною можливо встановити між тими елементами, які значуще не взаємодіють між собою як прямо, так і опосередковано. Навпаки, зв'язки в системі здійснюються лише реальними взаємодіями між елементами, як процеси та результати цих взаємодій. Тоді поняття відношення «дорівнює» поняттям зв'язків і співвідношень, які взяті разом. Щодо ролі відношень у процесі різноманіття системних взаємодій, то вони є їх енергетичною та інформаційною основою, що надає взаємодіям необхідної початкової енергії. При цьому таке явище є інваріантно контрольованим, оскільки енергетичні потоки між дотичними територіальними системами і їхні внутрішні структурні складові є інваріантно обмеженими. Така обмеженість не просто диференційована в просторі територіальних утворень – вона організаційно обґрунтована, тобто закономірна.

Щодо періоду зародження територіальних систем, то тут значну роль відіграють системоформувальні відношення. Вони достатньо інваріантні в перетвореннях (Ulmo, 1958), а також в особливостях – «віддалених» (у масштабі певного рівня) внутрішніх взаємодій, які поєднують певний об'єкт у пов'язане й водночас розділене ціле, а також які виконують організаційну дію на зовнішні для нього відношення в його метасистемі (слово «мета» не лише є вказівкою на «більш широке» ціле, до складу якого входить певний об'єкт, а й також вказівкою на інше за природою ціле та водночас на підхід до цього об'єкта зовні) (Крем'янський, 1977). Отже у період зародження відношення повинні забезпечувати такі функції:

- ув'язувати всі складові територіальної системи до одного цілого;
- диференціювати складові за індивідуальними ознаками;
- забезпечувати виникнення сукупності організаційних функцій утворенню, що зароджується;
- забезпечувати узгоджені відносини з навколишніми територіальними системами;
- сприяти узгодженому перебуванню системи у функціонуванні ієрархічно вищого територіального утворення.

Такі функції в стиснутий проміжок часу (період зародження) потребують неупинного контролю й відстеження наявних станів. Це спроможна реалізувати лише міжсистемна інваріантність, яка й провокує появу нового системного утворення.

Для реалізації взаємодій у природних територіальних системах, крім загального контролю, вони повинні володіти властивістю відображення. Його сприймають як:

- властивість матеріальних систем у процесі взаємодії запам'ятовувати й зберігати у своїй структурі наслідки впливу іншої системи, накопичувати їх. Відображення виступає як одна з властивостей матерії поряд із простором, часом, рухом і є важливим фактором, який визначає характер взаємодії. При цьому, на відміну від категорій простору й часу, відображення, його форми історично розвиваються разом із розвитком матерії. Більш високі рівні розвитку матерії зумовлені відповідно більш удосконаленими формами відображення (Абдеев, 1994);
- вплив однієї матеріальної системи на іншу, унаслідок чого відбувається встановлення певної (конкретної) тотожності між системами, коли внутрішні відмінності однієї системи (сприймаючої) відповідають внутрішнім відмінностям іншої системи (тієї, що відображає) (Каток, Хасселблат, 2005);
- загальна властивість рухомої матерії, яка полягає в здатності будь-якого об'єкта на вплив зовні відповідати певною дією (Хорошавина, 2005);
- реакція структурних елементів системи (і самої системи як цілісного утворення) на довільні зовнішні впливи (Петлін, 2013);
- відображення залежностей, які пов'язують значення перемінних величин у два послідовних моменти дискретного часу. У загальному вигляді відображення записують у вигляді:

$$x_{n+1} = f(x_n),$$

де x_n – перемінна величина, яка характеризує стан системи в n -й момент дискретного часу; $f(x)$ – певна функція. За визначенням динамічної системи, x – це перемінна, яка характеризує стан системи (її нижній індекс показує момент дискретного часу), а $f(x)$ – оператор еволюції, який дає змогу за відомим станом системи в n -й момент дискретного часу однозначно визначити (передбачити) її стан у наступний ($n + 1$)-й момент дискретного часу (Безручко, Короновский, Трубецков, Храмов, 2005);

- утрата частини симетрії, ускладнення. Зміна геометрії простору стану системи (Ковальов, 2009).

Отже, відображення – це відбита реакція природних територіальних систем на організаційно підтримувальний або деструктивний зовнішній вплив, а точніше – взаємодії між системою й навколишнім функціональним середовищем. Ефект відображення не лише індикує наявний стан територіального утворення, а й надає можливість простежувати тренд його розвитку. Використовуючи відображення, системні інваріанти забезпечують

перебування систем у межах інваріантно визначеного цільового коридору розвитку. При цьому активно залучаються міжсистемні інваріанти.

Активність взаємодій між дотичними територіальними системами значною мірою залежить від їх видової наблизеності. Так, відповідно до ефекту материнської наблизеності: що ближче у видовому плані перебувають природні територіальні системи, тим менша кількість енергії потрібна для переходу між ними, і навпаки (Петлін, 2007). Материнська наблизеність, яка означає, що в минулому системи належали одному територіальному утворенню щодо взаємодій, послаблюючи активність речовинного, енергетичного й інформаційного обміну, водночас підвищує його ефективність. Крім загальносистемної, тут спостерігаємо й інваріантну наблизеність. Функціонування в значній відповідності таких дотичних інваріантів, з одного боку послаблює активність інваріантів міжсистемних, а з іншого – робить їх функціонування найбільш стійким і прогнозованим.

Загалом, чим далі перебувають дотичні системи у видовому різноманітті, тим вища контрастність між ними й тим активніші взаємодії. Саму контрастність природних територіальних систем (наприклад ландшафтних) сприймають як:

- ступінь несхожості двох сусідніх геосистем або всієї їх сукупності в межах певного регіону;
- міру відмінностей між ландшафтами, яка зумовлена насамперед їх генезисом. Контрастність ландшафтної структури визначається шляхом урахування набору (різноманітності) геосистем вищого рангу, які є складовими ландшафту та співвідношенням їх площ, а також різних типів ландшафтних сусідств, їх зустрічності та деяких інших ознак (Николаев, 1979);
- рису територіального устрою ландшафту, яка характеризує ступінь несхожості його різних частин. Контрастність можна оцінювати або як ступінь несхожості двох сусідніх місць ландшафту, або всієї сукупності в межах деякої території. У першому випадку йдеться про контрастність ландшафтних меж. У другому – матимемо показник, який дійсно характеризує контрастність усієї конфігурації ландшафту. Задавши певним способом оцінки контрастності d_{ij} між місцями i та j типів, такий показник може набути такий вигляд:

$$K_I = \frac{\sum d_{ij} l_{ij}}{\sum l_{ij}},$$

де K – показник контрастності територіальної структури ландшафту; l_{ij} – довжина межі між місцями i та j типів; d_{ij} – оцінка її контрастності.

Показник контрастності має той недолік, що не враховує співвідношення площ, котрі займають у ландшафті різні типи його місць. Очевидно,

контрастність буде тим меншою, чим більшу площу у ньому займають місця одного типу й чим менше від цих домінантних місць відрізнятимуться інші. Саме це й мав на увазі В. Фрідланд (1972), запропонувавши для ґрунтового покриття показник контрастності такого вигляду:

$$K_2 = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq d}}^{m-1} \frac{S_i}{S} d_{id},$$

де d_{id} – міра контрастності між i -тим типом місць і типом місць, котрі домінують у ландшафті за площею (Гродзинський, 2005 б).

Відповідно до закономірності контрастності середовищ як умови розвитку ландшафтних комплексів, контрастність середовищ виступає обов'язковою умовою динаміки та розвитку ландшафтних комплексів (Мильков, 1981). Абсолютного інваріантного контролю за контрастністю середовищ природних територіальних систем не існує. Певною мірою на нього впливає контрастність природних компонентів. Водночас властивості міжсистемних інваріантів також характеризуються певною контрастністю, що є складовою загальної контрастності середовища (насамперед між дотичними системами). Більше того, оскільки інваріанти контролюють мінливість дотичних систем, що є дією, спрямованою на посилення або послаблення контрастності середовища, то саме з позиції мінливості вони здійснюють певну контрольну функцію щодо контрастності, а відповідно – й активності речовинного, енергетичного та інформаційного обмінів між системами.

Під час взаємодій територіальних систем із навколишнім середовищем і, перебуваючи під спрямованим контролем із боку їх інваріантів, між дотичними системами спостерігається явище комунікативності (від лат. *comunicatio* – роблю загальним, пов'язую). Його сприймають як:

- установа системи зв'язків із необхідними об'єктами навколишнього середовища, формуючи таким чином необхідне індивідуальне навколишнє середовище (Маца, 2008);
- зв'язок системи з навколишнім середовищем. Зрозуміло, що всі відкриті системи комунікативні, тому ця властивість є синонімом відкритості (Гольшев, 2011).

Отже, комунікативність передбачає контрольований відбір з усієї сукупності властивостей і явищ навколишнього функціонального середовища лише тих взаємодій, які необхідні системі. При цьому в такій контрольованості задіяні не лише внутрісистемні-, а й міжсистемні інваріанти. У випадку, якщо системний запит до середовища щодо формування необхідних взаємодій не може бути задоволений, то система починає за допомогою міжсистемних інваріантів перетворювати середовище для появи необхідних взаємодій. Таке явище трактують як «кондиціонування». Це сукупність

механізмів, які пов'язані з перетворенням середовища, що безпосередньо межує із системою. Ці області простору звичайно умовно називають локальними. Дія системи спрямована на створення тут умов, максимально сприятливих для підтримання гомеостазу й підвищення ефективності процесів метаболізму. Зазвичай кондиціонування можливе лише на основі цих двох груп механізмів або їх безпосередніх наслідків (Основи стійкого розвитку, 2005). Взаємодії, котрі з'явилися унаслідок кондиціонування, не виходять за межі системних інваріантів, а тому залишаються в стані стабільного інваріантного підтримування.

Загалом, інваріантно контрольовані взаємодії з функціональним середовищем природних територіальних систем завжди характеризуються просторово-часовою стабільністю. Про це свідчить науковий факт виникнення впорядкованості: упорядкованість реальних систем виникає за зовнішнього впливу, а не внаслідок неупорядкованих флуктуацій (Девис, 1979). Та при цьому надходження до систем речовини, енергії й інформації від середовища внаслідок сукупності взаємодій уже контролюється винятково її внутрішнім інваріантом. Відповідно до принципу опосередкування чинників середовища в системі (в ієрархії систем), вплив на систему зовнішніх чинників опосередкується внутрісистемними функціональними зв'язками. На цій основі будується механізм саморегулювання систем, у якому зовнішні чинники відіграють роль тригера – «спускового гачка», що запускає внутрішні механізми регулювання (Краснощеков, Розенберг, 2001).

21. ІНВАРІАНТНІСТЬ І РІЗНОМАНІТТЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Після праць У. Р. Ешбі різноманіття стало конструктивною основою багатьох наукових досліджень. Більше того, саме показник різноманіття покладено в основу оцінки кількості інформації в об'єктах. Загалом, поняття «різноманіття» («різноманітність») сприймають як:

- а) кількість різноманітних елементів; б) логарифм цієї кількості за основою 2 (Ешбі, 1959);
- скупність різноманітностей, що є потенційним джерелом будь-якого руху (Сетров, 1975);
- кількість у системі різних якостей (властивостей), що притаманні елементам, зв'язкам і відношенням. Тобто різноманіття – це кількість різних якостей (В. Солнцев, 1977);
- кількість різних типів систем певного класу (Миркин, Розенберг, 1978);
- сукупність типів відмінностей об'єктів світу (універсуму) будь-якого простору (території, акваторії, планети), котрі виявляються на підставі обраної міри. Сукупність відношень відмінності та подібності між елементами тієї чи іншої множини, що утворює цілісність, тобто систему (Шеляг-Сосонко, Ємельянов, 1997);
- природна закономірність досить високого рангу, одна з форм існування множинних реалій природи (Пашенко, 2000);
- ступені свободи системи, оскільки саме вони слугують джерелом можливої різноманітності (Колесников, 2006);
- сукупність системоформувальних (цілісноформувальних) різновидових або різнотипових явищ, елементів чи систем, які виявляються на основі вибраної міри і які характеризують ступені свободи системи відповідного морфологічно-ієрархічного рівня (Петлін, 2008).

Отже, різноманіття характеризується багатогранністю як кількісною, так і функціональною. Воно притаманне будь-яким, без винятку, природним об'єктам, а тому виокремлюють природне різноманіття (земне/георізноманіття). Його трактують як:

- сукупність відношень відмінності та подібності між елементами тієї чи іншої множини, що створює цілісність/систему (Шеляг-Сосонко, 1997);
- сукупність типів відмінностей об'єктів світу (універсуму) будь-якого простору (території, акваторії, планети) на підставі обраної міри (Василенко, 1999);
- закономірну множинність частково відмінних між собою однорідних виявів приповерхневої земної макроорганізованої природи, що утво-

рює ландшафтну (географічну) оболонку, її комплексні та компонентні складові різних рангів і різного змісту – геоматичного, біотичного, антропічного й, можливо, комбінаторно поєднаного (Пащенко, 2000).

Неважко побачити, що трактування природного розмаїття значною мірою повторює трактування різноманіття як такого. Щодо суто теориторіального (наприклад ландшафтного) різноманіття, то воно вперше уведено до наукового обігу під час роботи III Конференції міністрів «Довкілля для Європи», що тривала в Софії, та задокументовано в «Загальноєвропейській стратегії у галузі біологічного та ландшафтного різноманіття» (м. Софія, 1995 р.). На сьогодні його сприймають як:

- реально наявна на земній поверхні множинність створених природою (а тепер майже скрізь тією чи іншою мірою антропогенізованою) цілісних дискретно-континуальних структур – ландшафтних комплексів будь-якого розміру й ієрархічного рангу – від ландшафтних фацій та урочищ до ландшафтних районів, мезо-, макро- й мегарегіонів і їх генеральної структури – ландшафтної сфери Землі (Гриневецький, 2000);
- поєднання первинного (інваріантного) і вторинного (варіантного) різноманіття ландшафтно організованої природи. Первинне (інваріантне) ландшафтне різноманіття складене єдністю не змінених людиною часинно-компонентних різноманіть ландшафтної природи й цілісних – комплексних, власно ландшафтних різноманіть. Його фактичними носіями є різнорангові геокомплекси з притаманними їм особливими властивостями взаємодоповнювального геофізичного, геохімічного й геоінформаційного змісту. Вторинне (варіантне) різноманіття ландшафтної природи (також частинно-компонентне та цілісне, комплексне, ландшафтне) є набутих антропічним (антропогенним), утворених унаслідок змін природи людиною в історичний час. Воно може виявлятися у певних геофізичних, геохімічних та геоінформаційних властивостях антропічно змінених ландшафтних комплексів (Пащенко, 2000);
- кількість типів ландшафтів і чисельність їх контурів у межах певної території. Біоцентричне розуміння ландшафтного різноманіття полягає в тому, що досягнення ландшафтного різноманіття передусім необхідне для забезпечення біотичного. Гуманістичне розуміння ландшафтного різноманіття зводиться до трактування ландшафту як природно-культурної цінності (Царик, 2006).

У наведених визначеннях ландшафтне різноманіття розуміємо як різноманіття ландшафтно-морфологічне. Водночас тут не враховується, наприклад, різноманіття внутріструктурне, яке існує на рівні ландшафтних фацій, тобто ландшафтне різноманіття потрібно розуміти і як різноманіття ландшафтно-топологічне (ландшафтно-фаціальне).

Загалом ландшафтне різноманіття має декілька аспектів:

- *традиційно-ландшафтознавче* – ландшафти розглядаються як суто природно-територіальні комплекси, а ландшафтне різноманіття – як представленість на деяких територіях певної кількості геокомплексів різних типів;
- *антропічне* – ландшафти розглядаються як композиція угідь (господарських та природних) на певній території й множину геокомплексів як різноманіття цих угідь;
- *біоцентричне*, що розглядає ландшафт як місце існування біоти, а ландшафтне різноманіття – як різноманіття місцеіснувань (екотопів) на певній території;
- *гуманістичне*, яке передбачає тлумачення поняття «ландшафт» як природно-культурної цілісності, що містить елементи природного (рельєф, біотопи тощо) та культурного (будівлі, форми землевпорядкування, етнічні традиції тощо). Відповідно, ландшафтне різноманіття набуває ширшого змісту, акцентуючи увагу на природних, культурних й етнічних цінностях (Гродзинський, 1999).

Отже, природно-ландшафтне різноманіття, як і різноманіття природних територіальних систем, є різноманіттям їх дискретно-континуальних структур (зокрема структур функціональних), а для ієрархічно ускладнених систем – видовим різноманіттям цілісних територіальних утворень на фоні їх поєднань у структурно-функціональні єдності. Така природно-територіальна організованість є стійкою в просторі й часі завдяки тому, що в її основу покладено інваріантні утворення (внутрі- й міжсистемні інваріанти), які не лише забезпечують певні обмеження для реалізації територіальних різноманіть, а й надають тим, що виникли стабільності.

Найчастіше різноманіття в територіальних системах поділяють на внутрі- й міжсистемні, або екологічні. Екологічне різноманіття сприймають як:

- співвідношення між кількістю особин і числом видів (Чернов, 1991);
- сукупність відмінностей у речовинно-енергетичних та інформаційних зв'язках між системою і її середовищем (екологічним оточенням) (Петлін, 2008).

Таке різноманіття контролюється міжсистемними інваріантами дотичних територіальних утворень, які надають йому стабільності навіть за умови нестабільних явищ у центральній територіальній системі.

Внутрісистемні різноманіття найчастіше розглядають як внутрісистемне структурне. Його сприймають як:

- особливості біоти, зумовлені зональністю, стратифікованістю, періодичністю, плямистістю, наявністю харчових ланцюгів та іншими чинниками ранжування компонентів мікромісцеіснування (Лебедева, Дроздов, Криволуцкий, 2004);

- основний спонтанний системоформувальний наслідок, зумовлений дією зовнішніх і внутрішніх чинників, що проявляється в статичній та функціональній варіабельності структурних складових природних територіальних систем (Петлін, 2008).

Оскільки структурна організованість територіальних утворень контролюється й корегується в розвитку системними інваріантами, то воно значною мірою активізується та водночас обмежується їх стабільністю. При цьому показники й параметри функціональної структури систем мають значно вищу амплітуду мінливості різноманіть, ніж вони самі. Отже, виникає системно-територіальне внутріструктурне різноманіття у вигляді внутрішньої кількісної та якісної різноманітності структурно-функціональних складових ландшафтних фацій, яка забезпечує фаціальним структурним утворенням функціональну цілісність. Такою складноорганізованою структурною складовою ландшафтних фацій є, наприклад, зона неоднорідного зовнішнього (щодо стійкої центральної структурної частини) оточення, кількість внутріструктурних сегментів котрої контролюється чисельністю поєднаних природних територіальних систем. Отже, й на внутріструктурному рівні територіальної організованості різноманіття не лише підпорядковані особливостям їхніх внутрі- й міжсистемних інваріантів, а й неодмінно перебувають у межах інваріантно встановленої системної мінливості. А оскільки різноманіття – це рушійний механізм динамічного та еволюційного розвитку територіальних систем, то саме йому належить прерогатива в розвитку системних інваріантів. Такий зворотний зв'язок найбільш виражений у загальній організованості систем саме в показників різноманіття.

Оскільки будь-які природні територіальні системи – це тією чи іншою мірою гармонійні утворення, то відповідною гармонійністю характеризуються й притаманні їм різноманіття. Загалом, гармонійним різноманіттям вважають кількість різноманітних проявів гармонії (відображається у відносній врівноваженості й взаємовідповідності заперечливо-протилежних сил природи, єдності різноманітного, структурній співрозмірності цілісності, співтворчості природних систем), які є джерелом стабільного розвитку системи й характеризуються певними обмеженнями у вигляді ступенів свободи. Його також доцільно сприймати як різноманіття не лише гармонійних структурних складових у межах певної територіальної системи, але і як різноманіття гармонійних впливів, гармонійних контрольних сигналів, гармонійних зв'язків тощо (Петлін, 2019). Гармонійний стан природних територіальних систем забезпечується узгодженою дією їх внутрісистемних та міжсистемних інваріантів. Тобто гармонійне співвідношення між їхніми функціональними ознаками й формує системну гармонійність як серединну вісь інваріантного коридору розвитку територіальних систем. Це найстійкіше станове положення, забезпечене всією сукупністю стабілізаційних інваріантних механізмів.

Поряд із наданням територіальним утворенням стабільності їх інваріанти формують і певні обмеження в їх функціонуванні та розвитку. Такі обмеження також характеризуються різноманіттям. Їх сприймають як:

- відношення між двома множинами, що виникає, коли різноманітність яка існує за однієї умови, менша, від різноманітності, що існує за іншої умови (Ешби, 1959);
- кінцевий результат інформаційного процесу (Сетров, 1975).

Отже, інваріантні обмеження в територіальних системах характеризуються мобільністю (тобто вони не стабільні в часі), інформативністю (ґрунтуються на отриманні інваріантами інформації про стан контрольованого об'єкта й стан дотичних територіальних систем), швидкістю реакції на зміни в системі, що завадить їй вийти за межі інваріантно встановленої мінливості. Отже, обмеження в територіальних системах стабільно перебувають під контролем їхніх інваріантів.

Поряд із функціональним у системах спостерігаємо різноманіття просторове. Це явище просторової мінливості (відмінності) функціональних і стаціонарних компонентних та системноорганізованих характеристик і параметрів природи (Петлін, 2008). Отже, просторове різноманіття тісно пов'язане з функціональним і становить з ним єдине просторово-функціональне різноманіття. Оскільки функціональні властивості територіальних систем є інваріантно контрольованими, то інваріантно контрольованим є також просторово-функціональне різноманіття. Саме тому воно завжди характеризується певною стабільністю й функціональною стійкістю.

Наближеним до просторово-функціонального є просторово-часове різноманіття. Це явище просторово-часової мінливості стаціонарних і динамічних характеристик та параметрів систем протягом їхнього характерного часу (часу інваріантного існування) (Петлін, 2008). Така мінливість завжди перебуває в межах інваріантно визначеного й інваріантно обмеженого коридору системної мінливості, а відповідно – є інваріантно контрольованою.

На вищому рівні узагальнень виділяють різноманіття різноманіть. Поняття різноманіття всіх різноманіть розкриває загальний закон для всіх наявних різноманіть, абстрагований від специфіки останніх. Це може бути основою для побудови загальної теорії різноманіть. При цьому потрібно зважати на те, що гіпотетичну закономірність, що функціональна подібність систем в ієрархічній піраміді може відповідати математичним фракталам Коха й Мальдельброта (Петлін, 2013). Та щонайменше вона до них наближена. Це свідчить про те, що просторово-функціональна організованість різноманіть у природних територіальних системах є закономірним явищем, яке спирається на сукупність системних інваріантів, підпорядковуючись належним їм сукупностям організаційних механізмів.

Чіткою інваріантною залежністю відзначаються оперативні різноманіття. Їх трактують як інформацію, якою оперують системи й використо-

вують, позаяк вони функціонують у сфері інваріантного керування (Абдеев, 1994). Оскільки це різноманіття, то така системна інформація також повинна бути різноманітною. При цьому це інформаційне різноманіття належить внутрісистемним інваріантам, оскільки вони також мають інформаційну природу. Тут інформація сприймається як керівний чинник, який інваріантно обмежений у дії й водночас надає таких обмежень усій інформації в межах цілісних систем.

Таке різноманіття різноманіть спирається на початкове – первинне (інваріантне) різноманіття у вигляді множинності утворених природою природних територіальних (наприклад ландшафтних) комплексів з усіма притаманними їм особливостями геофізичного, геохімічного й геоінформаційного змісту (Пащенко, 2000). Отже, первинна диференційованість ландшафтної сфери вже характеризувалась усією сукупністю різноманіть, яка з часом шляхом внутрі- та міжсистемної мінливості вдосконалювалася й набула сучасного вигляду. При цьому завжди існували інваріантно контрольовані межі такої мінливості. Їх трактують як асимптотичні, тобто верхню межу можливого зростання, або нижню межу можливої видової деградації внутріструктурної різноманітності територіальних систем. Контролюється рівнем складності структури зв'язків системи зі своїм природним оточенням (тобто міжсистемними інваріантами). З асимптотичною межею пов'язаний асимптотичний запас можливих динамічних змін у системі (величини її можливого безкризового розвитку – зона асимптотичної толерантності) – величина між сучасним станом внутріструктурної складності зв'язків і рівнем складності зовнісистемних зв'язків. Асимптотична межа верхня є граничним показником можливого зростання територіальних систем певного виду без видової зміни морфологічно більш складної системи. Нижня – граничний показник можливої видової деградації територіальних систем, за якою системи відповідного виду втрачають можливість впливати на функціонування морфологічно складнішої системи. Стан асимптотичних меж у природних територіальних системах визначається саме системним різноманіттям. Точніше співвідношенням внутрісистемного різноманіття з різноманіттям складності структури зв'язків системи із навколишнім середовищем (дотичними територіальними утвореннями). А оскільки системне різноманіття є інваріантно контрольованим, то й стан асимптотичних меж є інваріантно контрольованим.

Різноманіття територіальних утворень має певну сукупність наближених ознак (властивостей, такими є гетерогенність, гетерохронність, динамічна декомпозиція, структурна детермінація тощо. Так, поняття «гетерогенність» сприймають як:

- неоднорідність, те, що система складається з різних частин (Сорока, 2005);

- властивість ландшафту, яку потрібно розуміти як неоднорідність певного простору, незалежно від ієрархічного ступеня вміщуючих систем і навколишньої природи. Тобто це його сформованість різними елементами (дискретне уявлення) або різновисотним полем із градієнтами в ньому (континуальне уявлення). Якщо в певному просторі виділяють його неоднакові частини – він гетерогенний (Гродзинський, 2014).

Поняття «неоднорідний» (англ. *nonhomogeneous*) означає різний щодо свого складу, розміру (Словник української біологічної термінології, 2012), а «неоднорідність» є кількісною та якісною відмінністю стану субстанції засобами потенційного спостерігача, зокрема й засобами розуму. Якщо об'єкти не відрізняються засобами спостерігача, то з цього неможливо зробити висновок про їх ідентичність. Просто відмінності (інформація) не доступні спостерігачу. Абсолютно однорідне середовище (гіпотетичне) не містить інформації. Отже, можемо стверджувати, що природа неоднорідна з моменту виникнення. Тобто обов'язково існував чинник, який контролював появу цієї неоднорідності. Таким чинником могло бути лише середовище об'єктів природи, що виникали. Для цього природа нашого Всесвіту повинна була бути оточена природою інших Всесвітів. Факт множинності всесвітів довів астрофізик Пенроуз, за що й отримав Нобелівську премію. Та вже в той первинний момент зародження природних дискретних частин їх обов'язкова мінливість повинна була бути строго контрольованою, про що свідчить значна кількість фізичних сталих. Отже, уже на той момент неоднорідність виникала разом з контрольними механізмами у вигляді системних інваріантів.

Щодо гетерохронності, яка полягає в закономірності розвитку системи, що реалізується в нерівномірному, хвилеподібному характері розвитку окремих організаційних процесів і стосується елементів геосистем або взаємодіючих між собою геосистем. Тобто різні частини однієї геосистеми або різні геосистеми ставляться до чинника часу по-різному. Деякі утворилися, наприклад, раніше; вони є навіть реліктовими, але існують тривало в монотонній шкалі часу (Черваньов, 2011). Механізм гетерохронності взаємодіючих природних територіальних систем належить до міжсистемної просторово-часової стійкості й надійності, оскільки лише в такому випадку взаємодіючі системи здатні перебувати на різних еволюційних стадіях розвитку, що унеможлиблює їх одночасний якісний розвиток (трансформацію). Таке явище потребує ускладненого як системного, так і міжсистемного інваріантного контролю. Інваріанти вимушені диференціювати притаманні їм організаційні механізми за структурами на різних еволюційних стадіях і на рівні загальної цілісної системної організованості, узгоджувати їх розвиток шляхом прискорення одних і гальмування розвитку інших структурних складових.

Щодо динамічної декомпозиції, то такою вважають взаємопов'язаний структурований поділ організації територіальної системи на динамічні складові, які характеризуються незворотною мінливістю в межах інваріанта системи (Петлін, 2016б). Загалом, поняття «декомпозиція» сприймають як:

- метод розчленування задачі системного аналізу на локальні, простіші підзадачі, які розв'язуються незалежно одна від одної, з подальшою координацією одержаних результатів для розв'язання вихідної задачі (Ковальчук, 2003; Михайлівська, Ісаєнко, Гроза, Криворотько, 2006);
- поділ системи на частини, щоб зробити зручнішими певні операції з нею. Найважливішим стимулом і суттю декомпозиції є спрощення системи, надміру складної для розгляду цілком. Таке спрощення може фактично призводити до заміни системи якоюсь іншою, у певному сенсі відповідною первісній – це здійснюється введенням гіпотез та послабленням або відкиданням деяких зв'язків – у цьому випадку (строга декомпозиція) потрібне розроблення спеціальних процедур узгодження та координації частин (Катренко, 2013);
- поділ частини на прості частини з метою проведення зручних операцій із цією системою (Системні дослідження навколишнього середовища, 2019).

Щодо саме природних територіальних систем, то явище декомпозиції в них реалізується як умовне розчленування системи контролюючим механізмом із метою виділення провідних ланок для більш ефективного керування. Декомпозиція динамічна представлена інваріантною дією, спрямованою на розчленування динамічних складових територіальної системи з метою виокремлення провідних динамічних структур для реалізації не лише більш ефективного керування, а й збереження напряму системної динамічної мінливості в інваріантно програмованому коридорі. Декомпозиція як вид системного різноманіття характеризується найбільш об'ємним зв'язком з інваріантними систем, а отже, вона має значну просторово-часову стабільність.

Тісно з різноманіттям у територіальних системах пов'язано явище детермінації. Його сприймають як: а) властивість, або характерну рису; б) необхідний зв'язок; в) процес, за допомогою якого предмет стає тим, чим він є, або засіб, за допомогою якого предмет набуває свою детермінацію в розумінні (а). У звичайному значенні детермінація є синонімом «характерної риси» – якісної або кількісної; це те, що в післяримській латині означало *determinatio*, як воно й використовується в різних європейських мовах. Тобто детерміновано те, що має різні характерні риси й тому може бути однозначно охарактеризоване (Бунге, 1962). Найяскравіше явище детермінації проявляється в структурній організованості природних територіальних систем. Так, структурну детермінацію трактують як:

- детермінацію частин цілим (Бунге, 1962);
- таку спрямовано-емерджентну детермінацію, яка, використовуючи сукупність емерджентних зв'язків, фактично спрямована на забезпечення виникнення й функціонування всього різноманіття природних територіальних утворень (Петлін, 2016а).

Щодо структурної детермінації ієрархічно ускладнених територіальних систем, то це ієрархічно ускладнений процес, який ґрунтується на сукупності детермінованих зв'язків і забезпечує стабілізацію структурних складових системи в просторі та часі. Причому структурна детермінація не жорстко контрольоване явище – воно характеризується певними ступенями свободи (Петлін, 2018).

Різнманіття в територіальних утвореннях не стабільне, а мінливе явище. Так, відповідно до закону первинної (програмної) різноманітності, будь-які природні територіальні системи первинно (програмовано) різноманітні й мають тенденцію до підвищення цієї різноманітності (Петлін, 2013). Водночас величина підвищення системної різноманітності обмежена інваріантними властивостями системи, які вибудовують певний коридор інваріантних обмежень такої мінливості, вихід за межі якого призводить до руйнування територіального утворення й виникнення на його місці іншого.

Організованість мінливості різноманіття в територіальних системах має фоново системний характер, про що свідчить закон різноманітності та єдності ландшафтної структури. Відповідно до нього, уся різноманітність природних територіальних систем має єдині принципи просторово-часової організації й функціонування (Петлін, 2016г). Незважаючи на величезну різноманітність, усі територіальні системи, незалежно від рівня ієрархічності, мають спільну організаційну основу, яка, відповідно, утворює подібні механізми їх функціонування в часі та просторі. Тут не мається на увазі, наприклад, побудова більш морфологічно високих, наприклад ландшафтних, систем із морфологічно нижчих. Насамперед єдиною є емерджентна структурна організація систем, де кожен структурний блок виконує лише йому притаманну роль у загальному функціонуванні ландшафтної системи як цілісного просторово-територіального утворення. До таких функціонально-спеціалізованих ролей належать інваріантнозберігальна, захисна, прийому та передачі інформаційних сигналів тощо. Водночас існують і спільні функції, наприклад перетворення енергії, підтримання внутрішнього гомеостазу, поступового ускладнення внаслідок прогресивної еволюції та ін.

Водночас показники різноманіття в територіальних системах відіграють і певну регульовальну системну роль. Так, закон передачі інформації свідчить, що інформацію неможливо передати в більшій кількості, ніж це дає змогу кількість різноманітності (Шеннон, 1963). А оскільки інформація перебуває в основі інваріантних властивостей територіальних систем, то, відповідно, їх різноманіття має властивості пріоритетно організаційні.

Організаційна роль системного різноманіття сформульована ще в законності основоположності різноманіття (О. Богданов, 1925 р.), відповідно до якої в основі стійкості структур, що виникають у системах, перебуває різноманітність об'єднаних елементів. Тобто вже тоді зроблено перші формулювання еволюційного принципу «єдність через різноманітність» або пригожинського принципу «порядок через флуктуації». У такій ролі різноманіття територіальних утворень не самотійне, воно внутрі- й міжсистемноінваріантно контрольоване шляхом установлення інваріантних обмежень підвищення. Водночас такий широкий діапазон впливів різноманіття на організованість територіальних систем надає йому пріоритетних властивостей у контролі за їх просторово-часовою стійкістю. Так, науковий факт взаємозв'язку різноманіття й стійкості властивостей природних територіальних систем свідчить, що чим більші відмінності між суміжними елементарними системами, тим більш стійкі їхні фізико-географічні та екологічні властивості й відмінності (Ласточкин, 2002).

Одним із головних показників різноманітності природних територіальних систем є її контрастність. Принцип контрастності – це принцип виділення й аналізу парадинамічних ландшафтних геосистем на основі контрастності їхніх інваріантних параметрів (діє на всіх рівнях ієрархічної організованості) (Коломыц, 1987). Для парагенетичних систем чим контрастніші їхні складові, тим більш інтенсивний масоенергообмін між ними, тим стійкіша в просторі та часі сама парагенетична система.

Отже, явище організованого різноманіття в природних територіальних системах належить до пріоритетних у їх цілеспрямованому інваріантно контрольованому розвитку.

22. ІНВАРІАНТИ СИСТЕМ НА ФОНІ ЇХ КОЛИВАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ

Коливання – це рухи або процеси, які повторюються в часі. Коливання притаманне всім явищам природи: пульсує Всесвіт, стискаючись і розширюючись; пульсують випромінювання зоряних світил унаслідок циклічних ядерних реакцій; із високим ступенем періодичності обертаються планети навколо Сонця; унаслідок обертання Землі навколо своєї осі змінюються нескінченною низкою дні й ночі. У межах будь-якої природної територіальної системи – від фації до планетарної системи – безперервно відбуваються різноманітні процеси, що ритмічно повторюються. Найчастіше коливання поділяють на внутрішні (екзогенні) та зовнішні (ендогенні).

Коливання екзогенні відбуваються й головно контролюються завдяки внутрісистемним енергетичним зусиллям. Найчастіше серед них розглядають коливання в структурних складових природних систем та їх компонентного наповнення. Такі коливання характеризують мінливість кількісних показників компонентів або структурно-функціональних складових систем (температурних, вологості атмосфери та ґрунту тощо), а також просторових явищ, найчастіше ширини зон зовнішньої, щодо структури стійкого центру систем (відносно однорідна структурна одиниця ландшафтних систем топічного рівня, що відбиває вертикальні індивідуальні (інваріантні) їхні особливості, неоднорідності). Такі коливальні явища переважно залежать від надходження до територіальної системи вертикальних речовинно-енергетичних потоків, а тому майже не контролюються інваріантними властивостями систем. Водночас ці властивості контролюють реакцію територіального утворення на такі вертикальні потоки. Існує сукупність інваріантно контрольованих механізмів, спрямованих на гальмування вертикальних впливів або опірність їм із боку компонентів системи та їх функціональної структури. Завдяки цьому системи не виходять за межі інваріантно контрольованого коридору дозволеної мінливості.

Коливання ендогенні відбуваються в системах завдяки постійному надходженню зовнішньої енергії. Більш широке трактування ендогенних коливань містить і вільні коливання в пасивній системі, що вповільнюються (Ашофф, 1984). Щодо саме вільних коливань, то це ті коливальні рухи в системі, що згасають у ній приблизно так, як згасають коливання вільно підвішеного маятника. Поступове згасання таких коливань у системі приводить до стану рівноважності (Лук'янець, Кравченко, Озадовська та ін., 2004). Надходження зовнішньої речовини та енергії до територіальних систем відбувається через вертикальні й горизонтальні їхні межі. При цьому те, що надходить через вертикальні межі вважають фоновим впливом, який майже однаковий у більшості дотичних територіальних утворень,

а те, що надходить через горизонтальні межі, є індивідуально-дуальним впливом і контролюється внутрішніми та міжсистемними інваріантами. При цьому такий вплив не рівномірний, а коливальний. Відповідно, й інваріантний контроль за ним характеризується коливальністю – то жорсткий, то послаблений. Завдяки існуванню узгодженості між структурними складовими зовнісистемного інваріанта, виникає ефект синхронізації коливань зовнішніх впливів у територіальній системі. Така синхронізація є встановленням і підтриманням такого режиму коливань двох або декількох пов'язаних систем, за якого їх частоти рівня кратні або перебувають у раціональному відношенні одна з одною (Мельник, 2012).

Будь-які коливання характеризуються амплітудою. Поняття «амплітуда» (від лат. *amplitudo* – обширність, просторість) трактують як:

- межі впливу, у яких можливе відновлення системи (Краукліс, 1979);
- найбільше (за абсолютною величиною) значення величини, котра періодично змінюється (Великий тлум. словник, 2004);
- величина максимального відхилення параметрів системи від її середнього рівня (Кубатко, 2017).

Щодо коливання інваріантних властивостей природних територіальних систем, то їх амплітуда визначається межами прояву контрольних явищ, які залежать від індивідуальних властивостей системних і міжсистемних інваріантів.

Оскільки коливання територіальних систем (зокрема і їхніх інваріантів) залежать від інтенсивності зовнішніх впливів, то виділяють саме амплітуди впливів як діапазон впливу чинника, у якому може існувати певна природна система (Некос, Черкашина, Брусенцова, 2013). Величини амплітуд впливу завжди є інваріантно контрольованими й, отже, інваріантно обмеженими. При цьому відбувається дуальна інваріантна узгодженість, яка полягає в тому, що внутрісистемні інваріанти, контролюючи наслідки впливу, передають інформацію на зовнісистемні інваріанти. Й у випадку перевищення такими амплітудами інваріантно встановлених показників вимагають від зовнісистемних інваріантів уключення гальмівних механізмів.

Отже, будь-які територіальні системи функціонують у межах інваріантно встановлених і контрольованих амплітуд коливання параметрів. Так виділяють екологічні амплітуди територіальних систем. Їх сприймають як:

- межу пристосованості виду або біологічного угруповання до умов середовища, тобто діапазон можливих для них умов існування (Реймерс, 1988; Мусієнко та ін., 2002);
- діапазон значень зовнішнього чинника, у межах якого трапляються, виділяються системи певного виду (Некос, Черкашина, Брусенцова, 2013).

- межу пристосованості природних територіальних систем до умов природного (ландшафтного), антропогенно модифікованого та антропогенного (техногенного) середовища (Петлін, 2016 б).

Тобто за однакової екологічної амплітуди в територіальних систем інваріанти мають бути наближеними. Водночас на величину екологічної амплітуди впливає не лише інваріантна («нормальна», за висловом М. А. Солнцева) мінливість зовнішнього впливу на систему, а й значною мірою мінливість флуктуаційна. Тому екологічна амплітуда значно вища за можливості впливу середовища в «нормальних» ритмах мінливості.

Внутрісистемні мінливості все частіше розглядають як автоколивальні. Це незгасаючі коливання в нелінійних дисипативних системах, котрі підтримуються за рахунок енергії зовнішнього джерела, параметри яких (амплітуда, частота, спектр коливань) визначаються властивостями самої системи та не залежать від кінцевої зміни початкових умов. У нерівноважних дисипативних середовищах, крім автоколивань, можливі також ще автохвилі й автоструктури – не пов'язані з граничними умовами просторово-часові утворення, параметри яких визначаються лише властивостями нелінійного нерівноважного середовища (Лопушанський, 2003). Справді, у будь-якій територіальній системі одномоментно здійснюється ціла сукупність взаємопов'язаних (і слабозв'язаних) автоколивань, які створюють ефект автоколивального мерехтіння – суттєва (недостатньо досліджена) ознака природних територіальних систем, яка, імовірно, характеризується власними інваріантними межами, амплітудою, щільністю тощо. Автоколивальна мінливість (автоколивальне мерехтіння) територіальних утворень є причиною невпинного відслідкування за нею контрольних інваріантних механізмів. Тобто інваріанти систем постійно перебувають у напруженому стані, котрий відстежує всі зовнішні впливи й реакцію на них внутрішньої організованості системи. Лише за таких умов інваріанти мають змогу вчасно застосовувати сукупність стабілізаційних механізмів для забезпечення територіальним системам стабільного розвитку.

Характеризується коливальна мінливість у територіальних утвореннях й такою ознакою як «варіабельність». Її сприймають як:

- притаманний системі діапазон коливань ознак у кількісному виразі (Нееф, 1974);
- властивість, здатність мати, утворювати варіанти, різновиди (Великий тлум. словник, 2004);
- властивість територіальних систем створювати відносно стійкі стани внаслідок коливання ознак у кількісному виразі (Петлін, 2016 в).

Найчастіше ознака варіабельності в природних територіальних системах характеризується дублюванням (взаємозамінністю). Тобто певні стани здатні в системі виникнути внаслідок дії різноманітних (взаємопов'язаних) кількісних характеристик. Наприклад, стан початку інтенсивного росту

головних і бічних відростків деревостану (за наближеної протяжності бездощового періоду) в системах може відбуватися за наявності опадів у 10 мм і середньої температури атмосфери 18°C або опадів – 18 мм і середньої температури атмосфери 14°C. Стабільність станів територіальних систем на фоні варіабельності їхніх коливальних параметрів забезпечується стабілізувальними функціями їхніх інваріантів. Та оскільки варіабельність є стабільною ознакою територіальних систем, то вона повинна бути притаманна і їхнім інваріантам. Інваріантна варіабельність реалізується у вигляді наявності сукупності стабільних станів, кожен з яких спроможний забезпечувати стабільність стану всієї цілісної територіальної системи. В інваріантно варіабельних станів є одна основа взаємозв'язку з міжсистемними інваріантами (точніше, їх інваріантними характеристиками). Отже, міжсистемні інваріанти є стабілізаційним чинником для варіабельних станів внутрісистемних інваріантів.

Варіабельність у станах та параметрах природних територіальних систем тісно пов'язана з варіаціями (від лат. *variation* – зміна). Їх сприймають як:

- видозміну другорядних елементів чого-небудь за збереження основи (Великий тлум. словник, 2004);
- деякі відхилення від основного типу в природних територіальних системах під впливом природних або штучних умов (Петлін, 2016 г).

Тут поняття «другорядний» означає не головний за значенням, не основний, менш істотний. Він пояснює й доповнює головні елементи. Такими другорядними елементами в територіальних системах є лісові мурашники, окремі куртини, мікрозападини тощо. Постає запитання: чи існують другорядні елементи в структурах системних інваріантів? Оскільки інваріанти – складні структуровані утворення, які контролюють усі процеси і явища в природних територіальних системах, то вони можуть мати головні й другорядні елементи. При цьому інваріантно-другорядні елементи є другорядними лише для самих інваріантів. Для цілісної територіальної системи вони є провідними з функціями керування.

Повернемося до поняття ефекту автоколивального мерехтіння як ознаки, яка, імовірно, характеризується власними інваріантними межами, амплітудою, щільністю тощо. У цій ознаці присутні і варіабельність, і варіативність. Отже, такий ефект є сукупністю головних та другорядних автоколивальних явищ, де останні є допоміжними (підтримувальними) для перших.

Наявність значної різноманітної сукупності коливальних явищ і процесів у територіальних системах, які перебувають під стабілізаційним впливом їхніх інваріантів, приводить до виникнення між ними явища синхронізації. Поняття «синхронізація» означає приведення двох чи кількох періодично змінювальних явищ до точної взаємної відповідності періодів їх

перебігу, до збігу часу початку й кінця цих періодів (Лопушанський, 2003). Щодо коливальних явищ, то їх синхронізація полягає у встановленні й підтримуванні такого режиму коливань двох або декількох пов'язаних систем, за якого їх частоти дорівнюють, кратні або перебувають у раціональному відношенні одна з одною (Мельник, 2012). Загалом, виникнення явища синхронізації є одним із головних завдань, які мають системні інваріанти, оскільки лише це дає змогу не тільки узгодити, а й стабілізувати системні коливальні процеси та явища.

Сам ефект синхронізації в територіальних системах означає синхронізацію значної кількості коливальних явищ у системі та між взаємодіючими системами. Безпосередньо синхронізація коливань є встановленням і підтримуванням такого режиму коливань двох або декількох пов'язаних систем або внутрісистемних складових, за якого їхні частоти дорівнюють, кратні або перебувають у раціональному відношенні одна з одною (Мельник, 2012). Оскільки синхронізація може відбуватися лише в автоколивальних системах, то до таких, безумовно належать і всі природні територіальні утворення. Та знову-таки треба відзначити, що без стабілізувальної дії системних і міжсистемних інваріантів ефекту синхронізації в територіальних утвореннях не виникне.

Щодо синхронізації коливань у дотичних територіальних системах, то це є встановленням і підтриманням такого режиму коливань двох чи декількох сполучених систем, за якого їхні частоти дорівнюють, кратні чи перебувають у раціональному співвідношенні одна з одною. Розрізняють взаємну синхронізацію міжсистемних коливань, коли кожна із систем діє на інші, і примусову (яку називають також захопленням частоти), коли зв'язок між системами такий, що одна з них (синхронізуюча) впливає на іншу (синхронізовану), а зворотний вплив неможливий. У цьому випадку встановлюється коливання з частотою синхронізуючої системи (Фізический, 1995).

Відзначимо, що синхронізація саме автоколивань є одним із фундаментальних нелінійних явищ природи. Його можна розглядати як метод саморегулювання взаємодіючих систем, котрі перебувають під невинним контролем із боку внутрі- та міжсистемних інваріантів.

Інваріантний контроль за коливальними явищами й процесами в природних територіальних системах є складовою загального контролю у функціональній організованості таких систем – це явище прямого або опосередкованого регулювання певними територіальними системами (або їх сукупністю), функціональними внутрішніми й зовнішніми структурами, іншими зовнішніми природними та антропогенними чинниками через явища, стани, процеси інтенсивності, напряду й просторової вираженості інваріантно контрольованих функціональних організаційних змін. Без

наявності таких контрольних функцій уся структура територіальної організованості природи перетворилась би на хаос (Петлін, 2013).

Загалом, коливальний характер змін у територіальних системах навколо, наприклад, певної багаторічної трактують поняттям «осциляція» (від лат. *oscillatio* – качаюся, коливання). Щодо безпосередньо поняття «осцилятор», то його сприймають як коливання системи відносно деякого положення рівноваги. Таке положення в природних територіальних системах є їх відносно стійким (урівноваженим) станом, який формується під впливом зовнішніх (уключаючи антропогенні) чинників або внаслідок процесів їх самоорганізації й саморегулювання. В антропогенних ландшафтних системах рівновага встановлюється переважно під впливом антропогенних факторів або незважаючи на нього, а також завдяки процесам саморегулювання і керування. Сам ландшафт як відносно пластична, функціональна, динамічна система, що розвивається, характеризується не одним, а низкою врівноважених станів (наприклад рівновагою в процесі функціонування, розвитку тощо). Підтримання рівноваги територіальних систем – одна з умов раціонального використання природних ресурсів й охорони оточуючого людину середовища (Дедю, 1990). Потрібно зауважити, що досягнення системою стану рівноваги реалізується завдяки спрямованій дії внутрі- та міжсистемних інваріантів, які стабілізують не лише внутрісистемні, а й міжсистемні відношення й процеси.

Оскільки осцилятор гармонізований, характеризується коливаннями системи в межах гармонізованих станів (Петлін, 2013), то він найбільш жорстко контрольований її інваріантом, а тому його власні коливальні явища (насамперед амплітуда) найбільш обмежені.

Осцилятор гармонізований, асиметрійно-додатний (рис. 22.1) відзначається тим, що в територіальних системах спостерігаємо поступове накопичення деструктивних явищ, які здатні порушити наявну гармонію. При цьому дисгармонійні ефекти спостерігають лише в односиметрійному плані, тобто вони асиметрійні. Це призводить до виникнення структурного дисфункціонування, яке проявляється у вигляді накопичення деструктивних змін лише в певних структурних складових територіального утворення або в певних цілісних територіальних системах у межах ієрархічно більш значної системи (Петлін, 2013).

Осцилятор гармонізований симетрійно-паралельний характеризується тим, що динамічні коливання територіальних систем відбуваються в стабільному режимі гармонійного коридору дозволених змін. У такому стані системи спроможні перебувати надзвичайно довго, тобто еволюційні стадії в них стають значно більш видовженими в часі (рис. 22.2) (Петлін, 2013).

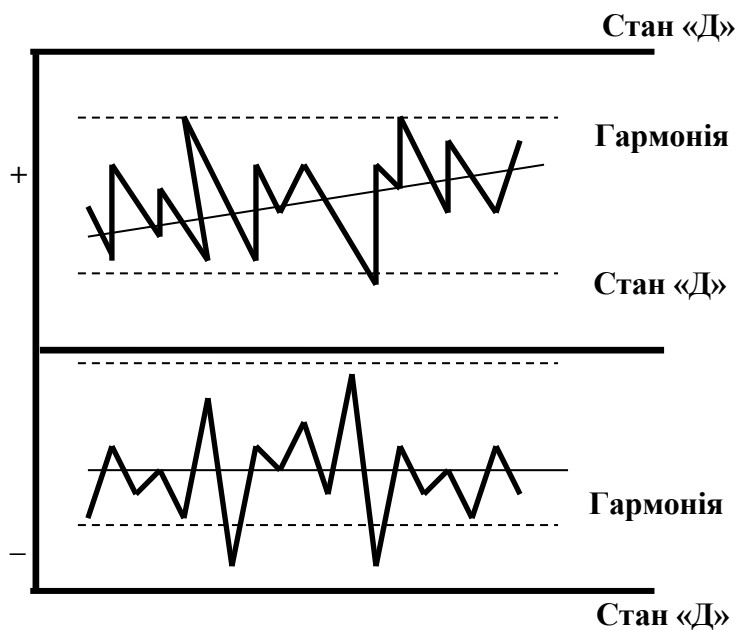


Рис. 22.1. Асиметрійно-додатний гармонізований осцилятор

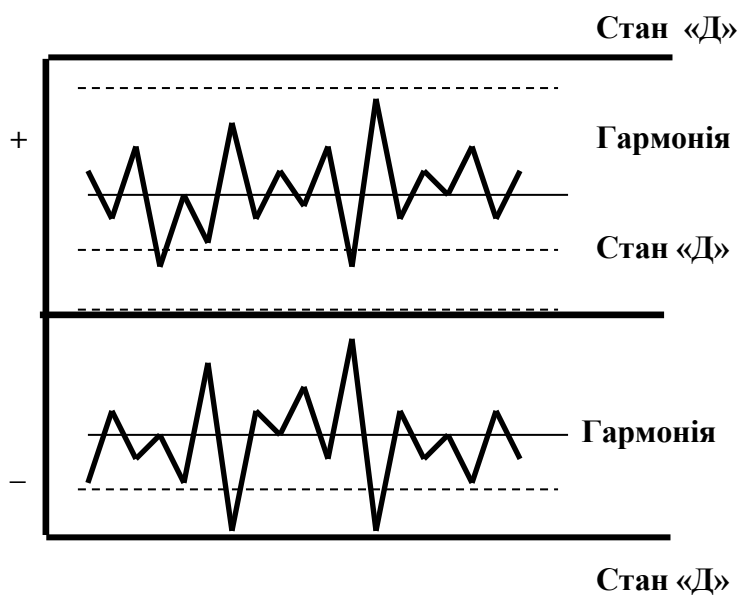


Рис. 22.2. Симетрійно-паралельний гармонізований осцилятор.
«Д» – стан максимальної дисгармонії

Осцилятор гармонізований симетрійний, що зближується, виникає за наявності в територіальному утворенні зони дистрофічного гармонійного зближення. У гармонізованому осциляторі відбувається катастрофічна руйнація структури системи (рис. 22.3) (Петлін, 2013).

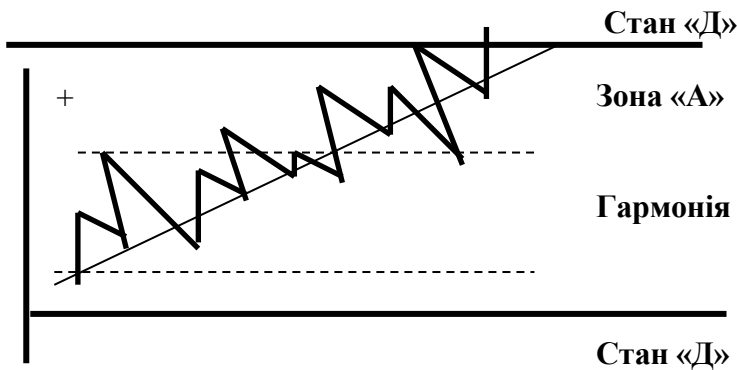


Рис. 22.3. Виникнення зони «А» дистрофічного гармонійного зближення в гармонізованому осциляторі

Осцилятор гармонізований, симетрійний, що розходиться, характеризується тим, що дисфункціональні явища спостерігаються практично в усіх структурних складових. Системи в такому стані характеризуються порівняно скороченим часом існування (рис. 22.4) (Петлін, 2013).

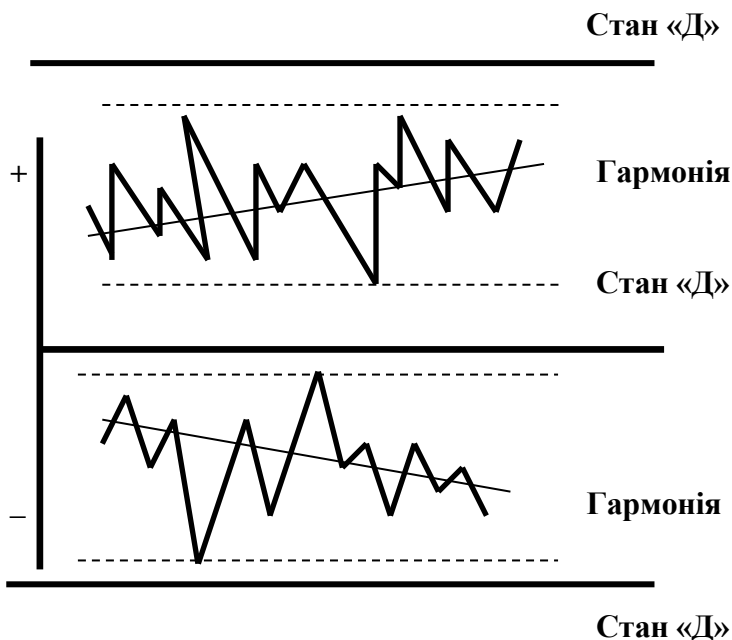


Рис. 22.4. Симетрійний гармонізований осцилятор, що розходиться

Кожен із варіантів гармонійного осцилятора в природних територіальних системах є інваріантно контрольованим явищем, а тому характеризується певною просторово-часовою стабільністю.

Регулювання коливальних явищ у територіальних утвореннях відображає принцип осцилятора. Він має такі трактування:

- будь-яку рухому рівновагу, яка здається неперервною, можливо розкласти на періодичні коливальні елементи (Богданов, 1925);
- усім природним процесам (зокрема в ландшафтних системах) притаманний коливальний характер розвитку в інваріантно можливому діапазоні, що забезпечує їм просторово-часову стійкість (Петлін, 2008).

Більше того, коливальний характер явищ і процесів притаманний навіть на стадії виникнення територіальних систем. Це реалізується у вигляді автохвильового процесу. Відповідно до нього, утворення нових природних територіальних структур (систем) має регулярний, хвильовий характер (Петлін, 2013). Реалізація автохвильового процесу забезпечується узгодженою дією структурних складових міжсистемного інваріанта, який і надає йому стабільності.

23. РОЛЬ ІНВАРІАНТІВ У ПРОЦЕСАХ АВТОРЕГУЛЯТИВНОСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Поняття «авторегулятивність» як явище внутрісистемних регулювальних процесів, які належать до стабілізаційних організаційних механізмів природних територіальних систем і використовують при цьому широкий спектр впливів від контрольних до системно-корегувальних, розкриває пріоритетну функцію стабілізації територіальних систем, яка безперервно перебуває під контролем внутрісистемного інваріанта. Оскільки такі інваріантні системні властивості, що характеризуються можливістю застосування значної кількості стабілізаційних механізмів і спрямовано підтримують появу й утримання гармонійних системних станів, то контрольовані ними авторегулятивні явища також характеризуються певною гармонійністю. Виникає гармонійно-системна авторегулятивність як вищий підтип гармонійної авторегулювальної організованості, який не лише здійснює нагальні контрольні функції за процесами внутрішнього розвитку, а й характеризується при цьому емерджентними якостями у вигляді спрямованого формування особливостей внутрішньої структурної узгодженості (Петлін, 2019). Водночас структурна узгодженість у територіальних системах контролюється їх внутрішнім інваріантом. Отже, виникає інваріантно контрольована гармонійно-структурна авторегулятивність, котру сприймають як складний авторегулювальний процес, що спрямований на самостійну внутрішню контрольовану структурну гармонійну організованість. Оскільки така організованість характеризується безперервною мінливістю, авторегулювання є надзвичайно ефективним засобом її контролю й корегування (Петлін, 2019).

Значною актуальністю відзначаються явища регулятивності під час дії в системі деструктивних процесів. Наслідком їх дії часто є втрата системою певних структурно-функціональних складових. На допомогу приходить саме авторегулятивність. Тут вона набуває субстратного вигляду і її сприймають як здатність системи самостійно відновлювати втрачені елементи (Уемов, 1978).

Найяскравіше явище авторегулятивності притаманне таким компонентам ландшафту, як біота та ґрунти. Навіть повне їх знищення, по-перше не означає, що система щезла (якісно деградувала), оскільки вона спроможна за певний час відновити ці компоненти, наприклад після лісової пожежі або суцільного вирубування дерев, по-друге – свідчить про відсутність у таких компонентів статичної (інваріантної щодо не самих компонентів, а щодо системи як єдиного цілісного утворення) складової. Постає запитання: чи біоті та ґрунтам притаманні інваріантні властивості? Оскільки ці компоненти не мають статичних складових, то й прямого впливу на них системних інваріантів немає. Водночас, оскільки на ці компоненти впли-

вають інші інваріантно підпорядковані компоненти (літогенна основа, води, атмосферна складова), то на біоту й ґрунти територіальних систем інваріанти мають можливість впливати опосередковано.

Загалом, будь-яка рухома властивість у природних територіальних системах реалізується лише за допомогою використання певних енергій. Саме тому в основі територіальної авторегулятивності перебуває авторегулятивність енергетична. Це явище, що належить гармонійній складовій територіальних систем як цілісному утворенню та є показником, який характеризує її щодо можливих у ній перетворень руху, реально інформаційної мінливості. При цьому спрямована на те, щоб гармонізовані складові в одних випадках стабілізували енергетичний процес у його інваріантних межах, а в іншому дестабілізували, якщо система вже не спроможна повернутися до квазігармонійного стану й таким чином прискорюють її якісний розвиток та утворення на її місці іншої системи з інваріантними середовищно гармонійно підтримувальними характеристиками. Тобто авторегулювання на енергетичному рівні реалізується у вигляді контрольних гармонійних функцій щодо енергетичних явищ і процесів у цілісній системі та її структурних і компонентних складових (Петлін, 2019). Отже, енергетична авторегулятивність – це не хаотичні переміщення енергії по простору територіальної системи, а чітко організаційно керовані внутрісистемними інваріантами енергетичні потоки, спрямовані на забезпечення організаційного спрямованого розвитку територіальному утворенню. Реалізують таку дію інваріанти за допомогою інформаційних керівних сигналів, які становлять узгоджену інваріантну інформаційну організованість систем.

Загалом, енергетичні явища в територіальних системах належать до термодинамічних. Поняття «термодинаміка» трактують як науку про властивості макросистем і процесів, пов'язаних із перетворенням енергії в різноманітних системах. Сучасна термодинаміка складається з комплексу наукових дисциплін: загальної або фізичної термодинаміки; хімічної термодинаміки; механічної термодинаміки; біологічних процесів. Термодинаміка не пояснює природу або механізм того чи іншого явища, не розглядає молекулярну будову речовин тіл чи систем, які вивчаються; не досліджує характер руху окремих частинок. Вона може лише вказати на можливість і напрям перебігу певного процесу з позицій енергетики. Термодинаміка ґрунтується на трьох законах: перший закон термодинаміки – закон збереження енергії під час теплових процесів; другий закон термодинаміки вказує на напрямок макропроцесів, на їх незворотний характер; третій закон термодинаміки визначає абсолютне значення ентропії за $T = 0$. Закони термодинаміки мають універсальний характер і виконуються незалежно від того, де відбувається процес – у живій чи неживій матерії; їх застосовують під час дослідження властивостей речовин

в усіх агрегатних станах, у біології та ландшафтознавстві (Лопушанський, 2003).

Щодо термодинамічної авторегулятивності, то це один із найбільш складних функціональних проявів гармонійної активності систем. Водночас саме гармонійна складова, завдяки авторегулятивним процесам, бере безпосередню участь у впорядкованості систем шляхом безперервного контролю за їх просторово-часовою організованістю. Тобто вона контролює й термодинамічні дисипативні структури як утворення впорядкованих систем, самоорганізація яких здійснюється за рахунок їх принципового зв'язку з оточуючим середовищем (так звані відкриті системи, котрі відрізняються від традиційно досліджуваних фізикою уособлених, ізольованих, або адіабатичних, термодинамічних систем) (Пригожин, 1991). Отже, саме авторегулювальні особливості гармонійних складових виконують суттєву контрольну функцію щодо впорядкування термодинамічних процесів у цілісних територіальних системах і таким чином характеризуються термодинамічною значимістю. Та оскільки авторегулятивні явища й процеси є контрольованими системними інваріантами, то можемо зробити висновок, що й термодинамічні явища й процеси є інваріантно підпорядкованими.

Як наслідок, будь-які природні територіальні системи є можливість розглядати як термодинамічні. Узагальнено термодинамічну систему трактують як макроскопічне тіло (або групу тіл), якому властиві процеси, що супроводжуються переходом теплоти й інших видів енергії та зворотні процеси. Прикладами термодинамічних систем є бактерія, рослина, людський організм, ландшафтна система, ландшафтна сфера. Використовуючи термодинамічні явища та процеси, внутрісистемні інваріанти надають підконтрольним системам стану врівноваженості. Сама термодинамічна рівновага є таким станом системи, коли градієнти різних видів енергії (хімічної, електричної) вирівняні й здатність системи виконувати роботу дорівнює нулю. При цьому дії зворотних процесів не викликають залишкових змін у навколишньому середовищі (Опритов, 1999). Та такого явища в територіальних системах ніколи не спостерігаємо. Отже, стан системної термодинамічної рівноваги є лише умовною метою мінливості параметрів системи, яка ніколи не досягається.

Отже, явище авторегулювання в природних територіальних системах сприймають як:

- сукупність взаємодій компонентів систем, заснованих на їх прямих та зворотних функціональних зв'язках, що забезпечують динамічну рівновагу щодо навколишніх подразників (Словник-довідник з агро-екології, 2007);
- взаємодію в природних системах, засновану на прямих і зворотних функціональних зв'язках, котра призводить до динамічної рівноваги

або саморозвитку всієї системи (Некос, Черкашина, Брусенцова, 2013);

- цикл процесів автоматичного підтримування сталого стану природної територіальної системи. Ґрунтується на впорядкованості в системі внутрішньої сукупності зв'язків різної якості (Петлін, 2016 г).

Процес авторегулювання в територіальних системах реалізується шляхом організаційного впорядкування, внутрішнього відслідкування (своєрідного внутрішнього спонтанно організованого моніторингу), контролю й керування системи внутріструктурних зв'язків, зокрема автопоезисного характеру. Саме авторегулювання є емерджентно-інваріантним, значною мірою індивідуальним для будь-якої системи явищем. Можливість контролю за авторегулюванням у природних територіальних системах із боку їх навколишнього середовища змінюється в процесі еволюційних перетворень, від надзвичайно активного контролю (у стані зародження) до практичної відсутності такого (у стані самоорганізації системи).

24. ІНВАРІАНТНО-ЕВОЛЮЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Еволюційна мінливість у природних територіальних системах належить до сукупності головних в організованості таких утворень. Загалом, поняття «еволюція» (від лат. *evolutio* – розгортання) трактують як:

- Зміну. Але не будь-яка зміна є еволюцією. Найвужче визначення визнає лише біологічну еволюцію, елементарні події якої – зміни частот генів у популяціях живих організмів. Накопичення й об'єднання таких генетичних подій протягом тривалих періодів часу приводить до великих біологічних змін: амеба або примітивний вірус можуть перетворитися на людину чи могутній дуб. Коли приблизно три мільярди років тому на планеті Земля виникло життя, це було результатом складної серії процесів, котрі відбувалися в неорганічній природі. А близько двох мільйонів років тому біологічна еволюція породила людину – істоту, що здатна до абстрактного мислення, комунікації мовою символів, яка має самосвідомість й усвідомлення своєї смертності. Зрозуміло, що між Великим вибухом, який започаткував утворення хімічних елементів, і появою умов, що придатні для виникнення життя, у Всесвіті відбулося безліч подій. Ці події складаються в космічну (неорганічну) еволюцію (Dobzhansky, 1968);
- серію послідовних змін з історично значущим результатом (Красилов, 1986);
- процес підвищення ландшафтознавчої різноманітності на всіх рівнях (від альфа-різноманітності до гамма-різноманітності) (Уиттекер, 1980);
- зміну структури системи в часі (Флейшман, 1982);
- незворотний історичний розвиток живої природи, який призводить, найчастіше, до ускладнення її організації... (Словарь ботанических терминов, 1984; Мольчак, Мартинюк, Льїн, Мисковець, 2001);
- еволюцію, що визначається можливістю приймати із зовнішнього середовища, переробляти й зберігати зростаючі обсяги інформації (Седов, 1985);
- розвиток ландшафту – незворотні поступальні зміни ландшафту, які призводять до зміни структури ландшафту, до заміни одного інваріанта іншим (Александрова, 1986);
- розвиток, процес поступової безперервної кількісної зміни будь-чого, який готує якісні зміни (Ожегов, 1986);
- еволюцію ландшафтів – те саме, що й розвиток ландшафтів (Дедю, 1990);
- незворотний і певною мірою спрямований історичний розвиток живої природи... Еволюція має спрямованість від простого до складного (в

- антиентропійному напрямі)... Процес еволюції ієрархічний: водночас відбуваються зміни у всіх рівнях ієрархії від мікропопуляцій до екосфери планети, Сонячної системи, галактики... Еволюція відбувається зі значною кількістю обмежень, які скеровують її через численні випадкові та закономірні явища (Реймерс, 1990);
- еволюція має складний характер і не є ні повністю впорядкованим, ні повністю хаотичним процесом. Вона підпорядкована законам гармонії, сутність яких відображає поняття «золоте січення» (Шевелев, Мартулев, Шмелев, 1990; Шевелев, 1995; Горбачев, 1998);
 - процес створення складної системи шляхом багатоетапної самоорганізації, яка інколи чергується з тимчасовою стабільністю (Арманд, 1992);
 - незворотні поступальні зміни, що приводять урешті, до виникнення в системах процесів самоорганізації і якісних перетворень. Вважається, що еволюція пов'язана з постійним спонтанним ускладненням системою структури власних внутрішніх зв'язків (Петлін, 1993);
 - незворотний поступовий історичний розвиток живої природи, що найчастіше веде до її ускладнення та вдосконалення (Мусієнко, Серебряков, Брайон, 2002);
 - загалом упорядкований розвиток (Ребер, 2003);
 - зміни незворотного характеру, котрі супроводжуються накопиченням у системі нових властивостей та, у підсумку, призводять до повної трансформації її структури, тобто до її переходу в нову якість – появи нової системи на місці попередньої (Исаченко, 2004);
 - створення все більш складних нелінійних середовищ, які спроможні поєднувати все більшу кількість простих структур і створювати все більш складну організацію (Князева, Курдюмов, 2005);
 - упорядкований безперервний незворотний процес розвитку системи від простого до складного, що відбувається в межах всієї складної ієрархії системи, який забезпечує її якісну зміну (Петлін, 2005 б);
 - процес, що розгортається в часі, у якому теперішнє зберігає в собі сліди минулого й зародки майбутнього (Кизима, 2005);
 - процес творчості природи, виникнення нового, що є результатом коеволюції системи зі своїм навколишнім середовищем (Наумкіна, 2005);
 - еволюцію розуміємо в широкому й вузькому трактуванні. У широкому – це просто розвиток, спрямована зміна; у вузькому – один із типів розвитку, за якого зміна об'єктів у напрямі їх ускладнення відбувається поступово (на відміну від «революції», коли ці зміни відбуваються «стрибком») (Голубев, 2005);
 - процес поступової зміни матеріальних тіл і процесів (Жегунов, 2006);

- еволюцію природних територіальних систем трактуємо як незворотний, впорядкований, спрямований процес зміни структури систем шляхом підвищення їх різноманітності й ускладнення організації, що поступово підводить системи до стану самоорганізації і якісної зміни (Петлін, 2008);
- такий розвиток, у процесі якого в системах певного типу або класу з'являються нові, прогресивні положення, не передбачені програмою розвитку (Маца, 2008);
- зміни, що проявляються або призводять до кардинальної перебудови структури ландшафту. Така перебудова означає заміну одного ландшафту іншим (Гродзинський, Савицька, 2008);
- поступові, незворотні зміни, що спричиняють формування якісно нових геосистем (Естетика и дизайн ландшафта, 2010);
- в еволюції будь-якого ландшафту розрізняють фазу формування й фазу нормального розвитку, але границі між ними встановити важко. Відомо, що в молодому ландшафті ще зберігається багато реліктових елементів; у зрілому – багато консервативних, у старому – паростки нових, прогресивних елементів (Василега, 2010);
- загальну тенденцію до вдосконалення самоорганізації (Основи природознавства, 2014).

Узагальнено можемо зазначити, що еволюція – це послідовні незворотні цілеспрямовані зміни, які викликані невинним підвищенням структурного різноманіття певного утворення, а отже, і до його організованості, що надає йому можливості сприймати більший об'єм інформації від середовища й поступово готує цьому утворенню якісну зміну, тобто появу нової системи на місці попередньої.

Закономірний перебіг еволюційних змін у територіальних системах відображає квантова еволюція. Її сприймають як провідний і найбільш суттєвий процес виникнення одиниць більш високого порядку, що характеризується порівняно швидкими темпами. Така еволюція характеризується перервністю. Симпсон розрізняє три фази квантового перетворення: першу – неадаптивну, яка призводить до втрати рівноваги групи з середовищем; другу – передадаптивну, що призводить до виникнення нового стану рівноваги й третю – адаптивну, упродовж якої рівновага досягається знову (Симпсон, 1948). Квантова еволюція свідчить про те, що в момент еволюційної зміни стадії природної системи минає певний час, за який система мусить адаптуватися до сусідніх територіальних систем і до ієрархічно вищої системи. На сьогодні такий перехід слабодосліджений і більше ґрунтується на припущеннях.

Отже, еволюційна мінливість у природних територіальних системах завжди цілеспрямована, а отже, і повинна бути контрольованою. Такий контроль є для систем фоновим-стабільним без будь-яких розривів. При

цьому оскільки він стосується не лише самого цілісного системного утворення, але і його навколишнього функціонального середовища, то такий контроль реалізується спільною дією внутрі- й міжсистемним інваріантами, що надає йому значної просторово-часової стабільності.

Вважають також, що існує адаптаційна еволюція в природних системах у вигляді періоду еволюційних перетворень, який пов'язаний лише з кількісними змінами в системі. Структурна стійкість не порушується. До такого трактування адаптаційної стійкості є певні зауваження. Будь-яка еволюційна мінливість є перебігом стадій розвитку в системі. Поняття «стадія» (англ. *stage*, від грец. *stadion* – стадій, міра довжини) – стан природної системи, який відрізняється від попереднього або наступного в еволюційному ряду, насамперед, складністю внутрішньої системної структури зв'язків. Так, стадіальність розвитку ландшафтних систем сприймають так, що будь-який ландшафт переживає дві головні стадії у своєму розвитку: 1) стадію формування та 2) стадію еволюційного розвитку (Исаченко, 1991). Одночасно з еволюційною мінливістю в системах відбуваються й зміни їх стійкості. Виокремлюють такі стадії стану стійкості природних територіальних систем, що закономірно змінюють одна одну і які становлять її онтогенез: зародження, стабілізації структури, зрілості, клімаксу, спрощення структури біоценозів, трансформації й переходу до нової якості. Водночас перебіг еволюційних стадій у розвитку територіальних утворень відбувається під контролем одного системного інваріанта, який формує певні обмеження для еволюційних стадій, котрі не дають змоги системі вийти за інваріантно встановлений коридор можливого розвитку (рис. 24.1).

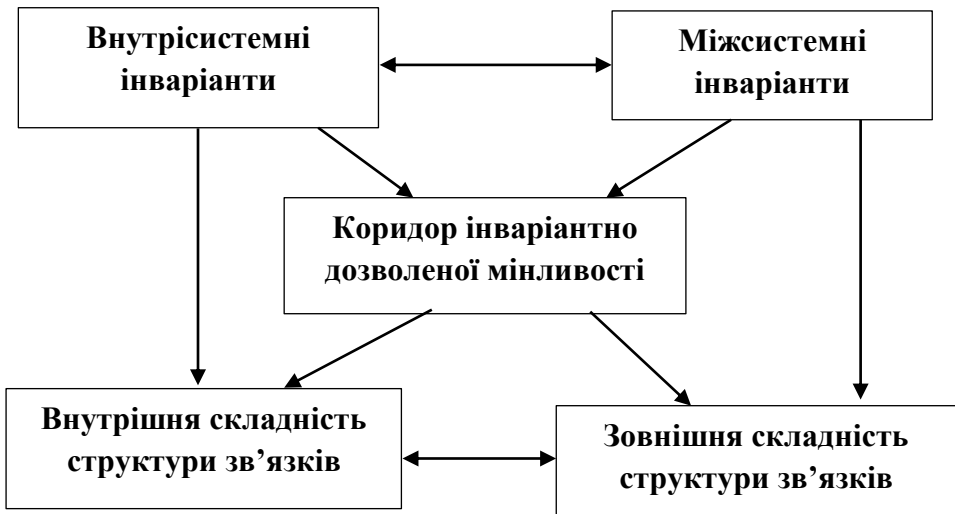


Рис. 24.1. Схема інваріантно контрольованих чинників забезпечення еволюційної мінливості в природних територіальних системах

Безперервний інваріантний контроль за перебігом еволюційної мінливості в територіальних системах надає їй певної стабільності й спрямованості, тобто він характеризується певними ознаками гармонійності. Так, вважають, що еволюція гармонійної складової природних територіальних систем – це притаманний їй незворотний, упорядкований, спрямований процес зміни її структурної організованості внаслідок безперервного підвищення різноманіття гармонійних структурних складових, що приводить саму систему до її закономірного якісного розвитку (Петлін, 2019). Постає запитання: чи еволюційна мінливість притаманна самим інваріантам територіальних систем? Оскільки перебіг еволюційних станів у них інваріантно контрольований та не виникає хаотично, а також про-грамований, то вони повинні бути закладені в інформаційній сутності системних інваріантів.

Водночас інваріантно дозволена певна частка індивідуальної мінливості компонентних та системно-функціональних складових територіальних систем надає їх перспективному розвитку відповідної стохастичності. Так, еволюційну стохастичність сприймають як неповну (схематичну) передбачуваність еволюційної поведінки синергетичних систем, пов'язану не лише з неповнотою (недостатністю) інформації щодо стану їх численних підсистем, найчастіше структурних складових (що призводить до обмежень і, замість індивідуального опису кожної підсистеми, здійснюється опис ансамблю підсистем через емерджентні показники) й обов'язковими квантовими флуктуаціями, а й із тим, що еволюція таких систем надзвичайно чутлива до початкових умов. Навіть незначні відмінності в початкових умовах докорінно змінюють наступні еволюційні перетворення системи («ефект метелика», з відомого оповідання Р. Бредбері). Подібна обмежена певними програмованими властивостями (тобто інваріантними рамками), переважно навколишнього функціонального середовища, еволюційна стохастичність характеризується узагальненими ознаками: чіткою спрямованістю від початкових еволюційних станів до стану якісного розвитку, безперервним ускладненням складності структури внутрісистемних зв'язків, поступовим утрачанням контрольних залежностей від навколишнього середовища (повністю ці залежності не втрачаються ніколи). Отже, еволюційна стохастичність природних територіальних систем лише проявляється в інваріантно дозволених межах, а тому є певним чином контрольованим явищем. При цьому така інваріантна стохастична дозволеність є стабілізаційним механізмом, оскільки те, що абсолютно контрольоване, не може бути стійким.

Інваріантні властивості територіальних систем забезпечують їх еволюційній мінливості чітку спрямованість у розвитку. Виникає еволюційна стріла перетворень у вигляді реалізації еволюційної мінливості лише в програмованому (безконфліктному) розвитку природних територіальних утворень та їх навколишнього функціонального середовища. При цьому

складність внутрішніх (міжструктурних) зв'язків не зменшується, вона продовжує безперервно зростати.

Теоретично виокремлюють індивідуальну еволюцію як таку, що умовно замкнута межами територіальної системи. Це внутрішньо зумовлений, спрямований еволюційний рух від ранніх еволюційних стадій до пізніх і, нарешті, до стадії якісного розвитку (самоорганізації). Тобто за великим рахунком еволюція в такому розумінні представлена спонтанним еволюційним структуруванням системи (Петлін, 2013). Водночас на фоні програмованої еволюційної мінливості в індивідуальних територіальних системах залишається зовнішній інваріантний контроль за часом існування окремих еволюційних стадій і, як наслідок, часом життя системи. Така зовнішня корегованість еволюційної мінливості відповідає потребам ієрархічно вищих систем. Загалом, еволюція ієрархізованих природних територіальних систем нелінійна, незворотна, спрямована. Це ієрархізована мінливість складності структури внутрісистемних зв'язків складної системи, контрольована навколишнім середовищем, що призводить до їх суттєвого ускладнення в межах інваріанта та спрямована на гармонізацію міжсистемних відносин через стадію самоорганізації (Петлін, 2018). Таку еволюція сприймають як:

- макроеволюцію як комплекс процесів, що приводять до формування таксонів високого рангу (Шварц, 1980). Існує певна самостійність еволюції ієрархічно ускладнених систем. Така самостійність спирається на головні критерії виділення таких утворень. Серед них безумовною пріоритетністю характеризується їх цілісність;
- результатний ефект еволюційної мінливості складових територіальної системи й особливостей навколишнього функціонального середовища, який виникає лише тоді, коли фоново та в одному напрямі змінюються еволюційні показники в їхніх домінуючих складових. Тобто саме їм належить контрольовано-еволюційна функція (Петлін, 2018).

Отже, еволюція будь-яких природних територіальних систем є дуальною дією внутрісистемної й зовнісистемної еволюцій при цьому внутрісистемна еволюція є значною мірою програмованою, а зовнісистемна – залежить від багатьох чинників, які впливають на організованість дотичних територіальних систем.

Програмованість внутрісистемної еволюції перебуває під невинним контролем з боку системних інваріантів. Це відображається в явищі еквіфінальності (від лат. *aeqnis* – рівний і *finis* – кінець). Термін запропоновано Л. фон Берталанфі для опису закономірностей у відкритих системах. Його сприймають як:

- спроможність системи досягати певного стану, який не залежить ні від часу, ні від її початкових умов, а визначається винятково її параметрами (Качала, 2007);

- спроможність систем досягати кінцевого результату, незалежно від проміжкових станів (Маца, 2008).

Не вивченими залишаються запитання: які саме параметри в конкретних системах забезпечують властивість еквіфінальності? Як забезпечується ця властивість? Як проявляється закономірність еквіфінальності в організаційних системах?

Властивість еквіфінальності в територіальних системах забезпечується їхніми емерджентними властивостями, що діють через інваріанти систем. Тобто саме емерджентність, яка, до речі, контролює властивість системної цілісності, завдає на рівні інформаційного впливу мету системному інваріанту, а той, спираючись на свою стабільність, надає еволюційному розвитку системи еквіфінальності.

Інколи екологічні мінливості в природних територіальних системах розглядають крізь призму екодинаміки. Це науковий напрям, який вивчає динаміку природних утворень як цілісних об'єктів, досліджує фізичні умови їх організованості, а також зовнішні сили, котрі діють на ці динамічні явища. Екодинаміка природних територіальних систем чітко розкривається у відомих законах екодинаміки Голдсмита, що загалом належать до біосферних залежностей. Закон перший – *закон збереження структури біосфери* – біосфера зберігає свою інформаційну й соматичну структуру; висновок перший: *правило сталості живої речовини Бюффона-Вернадського* – кількість живої речовини біосфери для цього геологічного періоду – величина стала: будь-яка зміна кількості живої речовини (насамперед антропогенна) в одному з регіонів біосфери має бути компенсована в будь-якому іншому регіоні; висновок другий – *правило еволюційної константності кількості видів* – у процесі стаціонарної еволюції біосфери кількість народжених видів у середньому дорівнює кількості вимираючих (загальне видове різноманіття біосфери стабільне, про що свідчить обмеженість екологічних ніш і принцип Гаузе); висновок третій: *правило еколого-географічної стабільності кількості видів* – кількість видів у складі географічних зон досить стала й регулюється матеріально-енергетичними процесами. Закон другий – *закон прагнення до клімаксу* – цей закон стосовно біосфери загалом відповідає принципу сукцесійного заміщення для екосистем. Закон третій – *закон екологічного порядку (екологічний мутуалізм)* – різні за походженням (геологічним часом і географічним положенням) підсистеми біосфери впорядковані, взаємоадаптовані, відповідають і доповнюють одна іншу, гармонійно поєднуючись в одне ціле. Цей закон відповідає загальним положенням теорії еволюції й збереженню реліктових форм. Закон четвертий – *закон саморегуляції біосфери* – біосфера підтримується у врівноваженому стані автогенними регуляторними процесами на всіх рівнях організації екосистем.

Щодо саме природних територіальних систем, то інтерпретацію наведених залежностей можна подати в такому вигляді: ландшафтна сфера

характеризується інваріантною стабільністю інформаційної й речовинно-енергетичної структур: будь-яка зміна кількісних характеристик в одній із систем компенсується в інших, функціонально з ними пов'язаних; у процесі якісного розвитку кількість зникаючих територіальних систем наближена до кількості тих, що з'являються, тобто загальна кількість природних територіальних систем у межах ландшафтної сфери – величина практично стала; у процесі еволюційного розвитку будь-яка природна територіальна система прагне досягнути кліматичного стану, який закономірно руйнується наступними стадіями розвитку. Швидкість такого процесу контролюється інваріантно контрольованими екологічними зв'язками; різні за походженням природні територіальні системи завжди взаємоадаптовані, взаємодоповнювані й гармонійно поєднані в різноманітні взаємопов'язані цілісні утворення; ландшафтна сфера підтримується у врівноваженому стані автогенними регуляторними процесами на всіх рівнях екологічної організованості. Отже, екодинамічні процеси та явища завжди контролюються сукупністю внутрі- й зовнісистемних інваріантів, а тому вони є стабільними в просторі та часі.

Часто еволюційні стадії порівнюють з певними ситуаціями. Загалом, поняття «ситуація» сприймають як:

- сукупність умов та обставин, що створюють певне становище в природних системах;
- інтегральну оцінку стану середовища з погляду певного спостерігача. Відповідно, зміна ситуації відображає зміну або стану середовища, або стану спостерігача, або стану одного й іншого – найскладніший випадок, оскільки ми не в змозі адекватно оцінити зміни власного стану (Ковальов, 2009).

Отже, ситуація – це сукупність внутрішніх і зовнішніх умов в об'єкті, які відображають зміни його стану. Щодо ситуації конкретно географічної (геоситуації), то такими вважають умови, які склалися історично, а також сукупність умов у навколишньому середовищі, що зумовлено взаємодією компонентів цього середовища. У загальному випадку геоситуації виникають за результатом глибокої взаємодії різнокількісних, неоднорідних компонентів навколишнього середовища. В окремих випадках відображають результат взаємодії між природною й соціально-економічною складовими на визначених ділянках географічного простору (Тітова, Згонник, 2008). Тут потрібно зробити певне доповнення. Геоситуації як територіальні утворення не є наслідком мінливостей у компонентних складових територіальних утворень та їх навколишнього середовища. Значною мірою це мінливість цілісних територіальних систем і їх навколишнього функціонального середовища. Отже, геоситуації – це взаємодіюча та інваріантно контрольована мінливість компонентних і цілісно-системних територіальних утворень, що представлена відповідним їх різноманіттям.

Щодо ситуації суто еволюційної, то її сприймають як сукупність внутрі- й зовнісистемних організаційних умов та обставин, що створюють певне становище в еволюційному розвитку природних систем і забезпечують йому перебування в межах інваріантно визначеного коридору дозволених мінливостей (Петлін, 2020). Тобто саме інваріанти (внутрі- й міжсистемні) контролюють процеси появи та розвитку екологічних ситуацій у територіальних системах.

Оскільки еволюційні ситуації є інваріантно контрольованими, то вони підпорядковані відповідним закономірностям розвитку. Відповідно до них, не самі системи виробляють стратегію нелінійних ситуацій еволюційного розвитку, а сформовані природою ситуації виступають механізмами реалізації еволюційних процесів, вибудовуючи еволюційну структуру й еволюційний шлях систем. При цьому виникнення нелінійних ситуацій контролюється переважно інваріантами навколишнього функціонального середовища. Роль територіальних систем у цьому процесі полягає лише в корекції (виборі) шляхів руху системи від однієї еволюційної стадії до іншої та в можливостях корегування (у межах інваріантно дозволеного) темпами еволюційних процесів на міжстадійних відтинках (Петлін, 2013).

Відповідній закономірності підпорядковані також сталість мінливості еволюційних стадій як те, що перебіг (чергування) еволюційних стадій у природних територіальних системах не може бути змінений (Петлін, 2016б). Отже, перебіг еволюційних стадій у межах природних територіальних систем не лише закономірний – він не може бути змінений, що не залежить від виду системного утворення. Така закономірність відображає загальне явище програмованості розвитку систем, яке чітко контролюється їх інваріантами від самого початку виникнення.

На фоні закономірного перебігу мінливості еволюційних стадій у територіальних утвореннях відбуваються міжвидові відмінності в самому цьому явищі. Про це свідчить, наприклад, закономірність уповільнення розвитку, відповідно до якої за досягнення певного порогового збільшення потоків інформації (під час збільшення дифузії інформації в порівнянні з її виробництвом) якісно змінюється сам закон розвитку. Хід розвитку за дуже короткий час, практично стрибком, уповільнюється. При цьому вповільнюється не лише темп зростання основного процесу, а й безпосередньо з ним пов'язані інші процеси (Князева, Курдюмов, 2005). Що конкретно відбувається? За значного підвищення потоків інформації до системи від її навколишнього середовища внутрісистемні інваріанти, як інформаційні утворення, неначе інформаційно «розбухають». Це призводить до необхідності впорядкування їх внутрішньої структури. Для цього потрібний час. Як наслідок, уповільнюється сам процес розвитку цілісної системи.

Існує також закономірність, яка описує зворотні процеси. Так, відповідно до залежності прискорення еволюції, швидкість відновлення або

формування нових ланок гармонізаційних відношень із плином часу підвищується, а середня тривалість існування стабільних гармонійних відношень зменшується. Тобто ця залежність засвідчує, що динамічність територіальних систем (на всіх ієрархічних рівнях) із плином часу зростає (Петлін, 2016в). Таке явище контролюється закономірним підвищенням внутрісистемного різноманіття, яке, своєю чергою, контролюється сукупною дією внутрі- й міжсистемних інваріантів.

Оскільки структури природних територіальних систем характеризуються диференційованістю не лише станів, а й стадій еволюційного розвитку, то цілісна система отримує залежність від цього явища. Відповідно до наукового факту залежності прогресу системи від еволюційно найбільш розвиненого елемента, прогрес у врівноваженій системі здійснюється на основі еволюційно найбільш розвиненого елемента (з найбільшою величиною структурної енергії). При цьому прогресуючий елемент становить досить незначну частку системи. Тому загальна рівновага в системі зберігається. Цей тип розвитку є «врівноваженим прогресом» (Голубев, 2005). Така стабільність системної цілісності забезпечується стабільністю її інваріантних властивостей, які не дають змоги їй вийти за межі програмованого коридору еволюційного розвитку й, навпаки, спираючись на найбільш розвинений елемент, інваріанти «підтягують» до його властивостей інші системні елементи.

Щодо відмінностей у протяжності окремих стадій еволюційного розвитку територіальних утворень, то тут принцип «снігового клубка» стверджує, що в процесі буття системи повільно підіймаються до вершини розвитку й швидко скочуються з неї, проходячи стани старіння та перетворення (Маца, 2008). Це відбувається через те, що на останніх еволюційних стадіях системного розвитку територіальні утворення все більше накопичують неузгодженості з навколишнім середовищем (дотичними територіальними системами). Відбувається накопичення неузгодженості між внутрі- й міжсистемним інваріантами. Як наслідок оточення починає діяти в напрямі трансформації і якісного розвитку такої системи. Внутрішні трансформаційні явища та процеси накладаються на зовнішні, що прискорює перебіг останніх еволюційних стадій.

У явищі диференційованості щодо еволюційного розвитку окремих структурних складових територіальних систем виникає ефект, який трактують як принцип Шмальгаузена. Відповідно до нього, найбільш швидко еволюціонують ті структурні частини системи, які в процесі її розвитку залишаються найбільш незалежними від інших частин (Шмальгаузен, 1983). Така незалежність могла б привести або до руйнування такої структури, або до її перетворення на окрему індивідуальну територіальну систему. Цьому запобігає системний інваріант, який своєю стабільністю не дає такій структурі змоги вийти за інваріантні межі розвитку.

25. РОЛЬ ІНВАРІАНТІВ У ПРИСТОСУВАЛЬНИХ (АДАПТАЦІЙНИХ) МОЖЛИВОСТЯХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

В організованості природних територіальних систем наявні механізми, які забезпечують їхні головні функції. До таких, наприклад, належить пристосування. Загалом, його сприймають як відносини, котрі будь-яка територіальна система встановлює з власним оточенням; як стан квазірівноваги між певними територіальними системами і їхнім середовищем; у статистиці – будь-яка процедура виправлення, певних середніх значень або даних, їх переінтерпретація для того, аби пристосувати їх до незвичних, нетипових умов. Тобто пристосування природних систем завжди розуміємо як сукупність процесів, спрямованих на оптимально можливе співвідношення з навколишнім середовищем. А сама пристосовуваність – це еволюційно одержана здатність складних природних територіальних систем до адекватних змін власної функціональної структури відповідно до мінливості їхнього ландшафтного оточення (Петлін, 2018). Та пристосованість до особливостей навколишнього функціонального середовища – це процес, який обов'язково повинен бути контрольованим. При цьому така контрольованість у територіальних утвореннях реалізується через сукупну спрямовану дію внутрі- й міжсистемних інваріантів. Саме інваріанти надають процесам пристосування просторово-часової стабільності.

Виокремлюють також і пристосування ймовірісно-статистичне у вигляді наближення різних характеристик територіальних систем (форми, розміри, орієнтація щодо полів та потоків тощо) до певного оптимального сполучення. Відбувається пристосування різномасштабних систем через формування їх просторової й часової співрозмірності, цілісності та субординації певних типів (Боков, 1990). Процес наближення різних характеристик територіальних систем є також інваріантно контрольованим явищем, де головну роль відіграють міжсистемні інваріанти. Завдяки цьому процесу системи вирівнюють між собою речовинні, енергетичні та інформаційні взаємовідносини, що дає змогу їм до мінімуму скорочувати ефекти буферності, а відповідно, покращує взаємовідносини загалом і пристосування зокрема.

Інваріантний контроль за процесами пристосування відображає принцип адаптації. Відповідно до нього, усі природні системи пристосовані до функціонування лише в межах певної амплітуди ресурсів та умов існування й тому підпорядковуються дії закону толерантності (Словник-довідник з агроекології, 2007). Безпосередньо закон толерантності запропоновано В. Шелфордом у 1913 р. Згідно із законом: будь-який живий організм має певні, еволюційно успадковані верхню та нижню межі стійкості (толерантності) до будь-якого екологічного чинника (Джигирей, 2007). Закон

толерантності доповнюють положення американського еколога Ю. Одума: 1) організми можуть мати широкий діапазон толерантності щодо одного екологічного чинника й низький діапазон – стосовно іншого; 2) організми із широким діапазоном толерантності стосовно всіх екологічних чинників зазвичай найбільш поширені; 3) діапазон толерантності може звужитися й щодо інших екологічних чинників, якщо умови щодо одного екологічного чинника не оптимальні для організму; 4) багато чинників середовища стають обмежувальними (лімітувальними) в найбільш важливі (критичні) періоди життя організмів.

Щодо природних територіальних систем, то ці положення можуть трактуватися таким чином:

- територіальні системи можуть мати широкий діапазон толерантності щодо певного екологічного чинника й низький – щодо іншого;
- системи із широким діапазоном толерантності щодо більшості екологічних чинників зазвичай найбільш поширені;
- діапазон толерантності може звужитися й щодо певних чинників, якщо умови до одного з них не є системно оптимальними;
- значна кількість чинників, притаманних навколишньому середовищу систем, стають обмежувальними (лімітувальними) під час виникнення найбільш критичних станів територіальних систем.

Кожне з положень толерантності територіальних утворень характеризується наявністю контрольних явищ і процесів, що належать системним та міжсистемним інваріантам. Саме вони, відповідаючи за стабільність систем, надають певним обмежувальним чинникам простору для виявлення (реалізації).

Будь-яка територіальна система характеризується певним адаптаційним потенціалом. Так, наприклад, адаптаційний потенціал природних територіальних систем є мірою їхніх пристосувальних можливостей до мінливих умов довкілля. Адаптаційний потенціал таких систем характеризується запасом можливого відхилення функціональних параметрів систем від усереднено-інваріантного рівня, за якого зберігаються їхні інваріантно-функціональні та інваріантно-еволюційні властивості. Усереднено-інваріантний рівень функціональних параметрів територіальних систем є умовним зведенням усіх показників системи до середнього рівня. Зробити це надзвичайно важко, а тому використовується теоретико-умовне зведення параметрів, яке є відображенням ненавантаженого функціонування системного інваріанта.

Вважають, що адаптаційні властивості територіальні системи отримують за допомогою дії адаптаційного механізму (від *адаптація* і грец. *μηχανή* – знаряддя, пристрій). Це механізми, котрі реалізують алгоритми пошуку локальних екстремумів без прогнозування змін зовнішнього середовища, тобто лише за інформацією про оточення, одержані на цей момент (Моисеев,

1990). Це одні з головних механізмів внутрі- й зовнісистемного саморегулювання. Визначаються багатофункціональністю й взаємозамінністю (якщо виходить з ладу один із механізмів, його функції здатен узяти на себе інший). Адаптаційні механізми забезпечують гармонізаційне вписування системи в оточення, а також внутріструктурних складових системи в її емерджентно-функціональне середовище. Адаптаційні або пристосувальні механізми в природних територіальних системах повинні спиратись на певні системні стабільні функції. Такі функції найбільшою мірою належать інваріантним властивостям систем. Чому вони повинні бути стабільними? Нестабільні функції, або постійно мінливі, не можуть відігравати роль пристосувальних (адаптивних), оскільки перебувають у постійній мінливості й не здатні забезпечити системам функцій для виникнення в них будь-яких станів. Отже, адаптаційні механізми для реалізації своїх функцій повинні спиратися на властивості інваріантів систем.

Адаптації в територіальних утвореннях характеризуються різною протяжністю – функціональною, динамічною, еволюційною. Так, наприклад, адаптаційний механізм еволюції територіальних систем – це логічний ланцюг, який пристосовує певну систему до навколишнього середовища. Властивості адаптаційного еволюційного механізму такі: 1) жодні зовнішні чи внутрішні збурення не спроможні вивести системи за межі того коридору, того каналу еволюції, який заготувала природа для розвитку цієї системи; 2) під дією механізмів адаптаційного типу межі цього коридору окреслені об'єктивними законами нашого світу, більш або менш наближені один до одного й достатньо видимі в перспективі; 3) шляхи розвитку в цьому випадку передбачувані достатньо ймовірно (Хорошавина, 2005). Кожна із зазначених властивостей адаптаційного еволюційного механізму спирається на інваріантні властивості систем. Наявність інваріантно окресленого коридору дозволеної мінливості систем, паралельність у проявах адаптації, можливість програмного передбачення. Отже, навіть на найбільших у часі адаптаційних проявах територіальних систем пріоритет у забезпеченні їх стабільності й реалізованості належить їхнім інваріантам.

Будь-які адаптаційні мінливості в природних територіальних системах характеризуються явищем адаптаціогенезу. Воно полягає в проявах стійкості до мінливості географічної (біологічної для біосистем) форми руху матерії (Водопьянов, 1974). Географічна форма руху матерії є системно-територіальною за сутністю й екологічною за проявом. Як і будь-яка форма руху, вона мінлива в часі, зокрема характеризується флуктуаційними, динамічними та еволюційними явищами. Вироблення стійкості до такої мінливості (а точніше адекватне їх урахування у своєму розвитку – ефект функціональної пристосованості) один з основних механізмів збереження територіальними системами стійкості. Оскільки географічна форма руху матерії є системно-територіальною за сутністю й екологічною (має зовніш-

ні зв'язки) за проявом, то вона повинна характеризуватися просторовою й часовою диференційованістю, стабільністю, системною взаємопов'язаністю, ієрархічністю тощо. У територіальних утвореннях сукупністю таких властивостей характеризуються лише системні інваріанти. Саме вони забезпечують географічній формі руху системну реалізованість.

Водночас для реалізації адаптаційних явищ і процесів у системі повинна бути певна кількість енергії, яку вона спроможна виділити для такої дії. Вважають, що адаптаційна енергія – наслідковий, обмежений запас життєздатності системи (Хорошавина, 2005). Така енергія обов'язково повинна бути керовано-спрямованою. Цю функцію забезпечує інформаційна сутність інваріантів територіальних систем.

Оскільки процес адаптації переважно спрямований назовні, тобто на функціональне системне середовище, то самі адаптаційні механізми передбачають такий характер змін у системі, який дає змогу їй пристосовуватися до впливів зовнішнього середовища без втрати системою її принципових відмінних ознак. За адаптаційних механізмів, незважаючи на всі зміни, система продовжує зберігати свою цілісність, тобто залишається сама собою (Основи стійкого розвитку, 2005).

Отже, можемо сформулювати саме поняття «адаптація». Водночас на сьогодні воно має декілька трактувань наприклад:

- зміна характеристик або засобу функціонування, спрямована на підвищення ... ефективності (Лабутин, 1970);
- оптимальне саморегулювання системи (Сетров, 1972);
- зміна структури й функції системи в процесі активного відображення впливу середовища, спрямоване на підвищення ефективності її організації (Сетров, 1975);
- самоналаштування, яке забезпечує системі, що розвивається, стійкість (стабільність) у конкретних умовах навколишнього середовища (Моисеев, 1987);
- пристосування організмів до умов середовища, що виникло еволюційно та одержує вираз у змінах їхніх зовнішніх та внутрішніх особливостей (Парамонов, 1988);
- перехідний процес, часто з елементами самоорганізації, тобто з перебудовою структури, який приводить систему у відповідність з вхідними перемінними (факторами середовища) (Арманд, 1992);
- процес пристосування або сумісності господарської підсистеми з природною, процес ухвалення рішень, що характеризується часовими параметрами (Позаченюк, 1999);
- особлива форма відображення системами впливів зовнішнього й внутрішнього середовищ, котре міститься в тенденції до встановлення з ними динамічної рівноваги (Хорошавина, 2005);

- сукупність морфологічних, поведінкових, популяційних та інших особливостей виду, які забезпечують можливість специфічного способу життя в певних умовах довкілля (Мусієнко, 2006);
- феномен пристосування природних територіальних систем до факторів навколишнього середовища (Жегунов, 2006);
- здатність природних територіальних систем пристосовуватися до існування в інших зовнішніх умовах шляхом зміни власної структурної складності в межах одного інваріанта (Петлін, 2006);
- сукупність пристосувань, реакцій живої системи (організму, популяції, виду, біоценозу), спрямованих на підтримку функціональної стабільності за зміни умов середовища, а також до сумісного співіснування в екосистемах певного типу (Словник-довідник з агроекології, 2007);
- пристосування організму, що виникло еволюційно, до умов середовища, яке виражається в змінах їхніх зовнішніх і внутрішніх особливостей. Це зменшення, зниження можливостей пристосованості організмів (Некос В, Некос А., Сафранов, 2010);
- оптимальне саморегулювання системи спрямоване на втримання ефективних еволюційно-інваріантних темпів розвитку, що є активним відображенням як зовнішнього впливу, так і суто індивідуальних властивостей системи шляхом багатofункціонального її пристосування до тривалих відхилень параметрів внутрі- й зовнісистемного середовищ (Петлін, 2013).

Наведені визначення розкривають явище адаптації природних територіальних систем із багатьох взаємопов'язаних сторін. Інтегроване визначення, яке спирається саме на їх взаємопов'язаність може мати таку інтерпретацію: адаптація – це оптимальне саморегулювання системи, спрямоване на втримання ефективних еволюційно-інваріантних темпів розвитку, що є активним відображенням як зовнішнього впливу, так і суто індивідуальних властивостей системи шляхом багатofункціонального її пристосування до тривалих відхилень параметрів внутрі- й зовнісистемного середовищ.

Існують доволі незвичні види адаптації в природних систем. Такою, наприклад, є адаптація альтруїстична (англ. *altruistic adaptation*). Її сприймають як пристосування, що сприяє виживанню групи особин ціною життя окремої особини, за якого життєздатність популяції підвищується (Словник української біологічної термінології, 2012). Щодо природних територіальних систем, то в них альтруїстична адаптація сприймає такий вигляд: це пристосування, котре сприяє наближенню до оптимального розвитку сукупності поєднаних територіальних систем ціною руйнування однієї з них і виникнення на її місці іншого територіального утворення.

Такий вид адаптації – доволі часте явище в природі. Її реалізація приводить до відновлення врівноваженості в сукупності поєднаних систем.

У взаємодіючих територіальних системах спостерігаємо адаптацію взаємну у вигляді безперервного обміну адаптаційною інформацією між системами, спрямованого на оптимальне за матеріальною взаємодією узгодження параметрів стану (Немец, 2005). Оскільки кожна із взаємодіючих територіальних систем володіє певним адаптаційним потенціалом, то можемо говорити про взаємну адаптацію, що діє як механізм початкового гармонійного співіснування територіальних одиниць у морфологічно більш складній системі. Взаємна адаптація завжди контролюється міжсистемними інваріантами й саме тому вона є стійким адаптаційним процесом, який приводить до встановлення між взаємодіючими системами стабільних станів. Для виведення таких систем із взаємного стабільного стану потрібна досить потужна флуктуація.

У випадку антропогенного навантаження на природні територіальні системи виникає геоекологічна адаптація. Її трактують як сумісність, узгодженість господарської та природної підсистем у просторовому аспекті в межах природно-господарської територіальної системи (ПГТС), а також усієї ПГТС із довкіллям (Позаченюк, 1999). Насправді, це процес пристосування природної підсистеми до антропогенного навантаження у вигляді господарської підсистеми. Наслідком такого пристосування часто стає не лише перебудова внутрі- і міжсистемних природних зв'язків, а й виникнення процесів, спрямованих на ліквідацію саме господарської підсистеми. Територіальні системи, котрі характеризуються геоекологічними адаптаціями, мають природний системний інваріант, який діє в напрямі ліквідації відповідного антропогенного навантаження. Такі антогоністичні відношення між природним й антропогенним (часто техногенним) приводить до появи стану, за якого людина для утримування можливості експлуатацій територіальної системи повинна постійно витратити певну кількість енергетичних і технічних зусиль. Якщо їх вчасно не застосувати, то виникає ефект лавинного повернення системи до природної організованості, наслідком чого найчастіше є повне руйнування антропогенних елементів.

В ускладнених територіальних системах спостерігаємо адаптацію морфологічну (від *адаптація* і грец. *морф* – вид, форма). Її сприймають як пристосування, які виникають на рівні морфологічних складових ландшафту до внутрішньої емерджентної структури їхньої більш високої морфологічної одиниці та беруть участь у забезпеченні існування систем у мінливих умовах ландшафтного оточення. Складне явище, в процесі якого здійснюється функціональна спеціалізація природних територіальних систем (керування, транзиту, акумуляції, бар'єрна функція тощо). При цьому кожна спеціалізовану функцію виконує цілісна територіальна система або навіть певне їх поєднання (Петлін, 2013). Реалізація морфологічної адапта-

ції відбувається під контролем сукупності міжсистемних інваріантів, пов'язаних із єдиним цілісним морфологічно більш складним територіальним утворенням. Таке поєднання міжсистемних інваріантів створює інваріантну морфологічно ускладнену цілісність на рівні інформаційних інваріантних контрольних взаємодій із морфологічно ускладненими керівними функціями. При цьому кожному індивідуальному міжсистемному інваріанту відведено певну роль (варіант інваріантної спеціалізації).

Існують у територіальних систем і функціональні спеціалізації. Прикладом може слугувати адаптація світлова. Вона спрямована на виникнення адаптаційних явищ у територіальних утвореннях за наявності природного світлового навантаження. Найчастіше це адаптація до інсоляційних впливів, які перевищують у системах можливості міжструктурних зв'язків. За значних інсоляційних впливів системи залишають у «робочому» стані часто лише одну структурно-функціональну складову й, спираючись на неї, за зниження інсоляційного впливу відновлюють всю цілісну функціональну структуру. Це стає можливим тому, що поряд зі збереженою єдиною структурною складовою залишається збереженим внутрішній системний інваріант, який на інформаційному рівні зберігає необхідну функціональну організованість територіальної системи.

Адаптація фізіологічна реалізується щодо змін у функціонуванні самої цілісної системи (Голубев, 2005). Для того щоб система була спроможна адаптуватися до тривалих внутрісистемних змін, викликаних, наприклад, такими природними явищами як вітровали, буреломи, пожежі тощо, вони повинні перебудовувати внутрішню функціональну структуру. Це відбувається в межах того самого внутрісистемного інваріанта. Як наслідок, фізіологічні адаптації не виходять за межі інваріантно визначеного коридору дозволеної функціональної мінливості.

Отже, адаптивну спроможність природних територіальних систем трактують як:

- спроможність пристосовуватися до змінних умов середовища (Гринжевський, Єрко, Пекарський, 2002);
- можливість системи пристосовуватися без утрати своєї ідентичності (Гнатів, Хірівський, 2010).

Узагальнено можемо зазначити, що адаптивна спроможність територіальних систем – це їх спроможність пристосовуватися до мінливості у взаємодії з умовами навколишнього функціонального середовища (насамперед дотичних територіальних утворень) без утрати власних інваріантних властивостей.

Адаптивні явища й процеси в природних територіальних системах пов'язують з поняттям «зона» (від грец. *zone* – пояс). Загалом, це поняття сприймають як:

- область або частину певного району, яка характеризується кліматичними особливостями й одноманітністю або подібністю природних умов;
- певну смугу, простір у будь-яких межах (Великий тлумачний словник, 2004);
- класифікаційну одиницю частини земної поверхні, що характеризується певними якісними ознаками (Льєнко, 2006).

Якщо зіставити узагальнене трактування зони з наявним трактуванням зони адаптивної як комплексу екологічних умов середовища, що визначає тип пристосувань (адаптації) систем (Гринжевський, Єрко, Пекарський, 2002), то можемо зазначити, що адаптивна зона для природних територіальних систем – це функціонально цілісний простір із сукупністю явищ і процесів їх функціонального середовища, які викликають у системах явища пристосованості. Для того щоб адаптивна зона характеризувалася функціональною цілісністю, вона повинна бути стабільною в просторі та часі, а відповідно – постійно контрольованою міжсистемними інваріантами. Такі умови надають їй властивості зовнісистемного адаптаційного потенціалу.

Практичне застосування знань про адаптаційні явища, процеси та механізми в природних територіальних системах переважно полягає в здійсненні адаптивного оцінювання. Це оцінка, яка здійснюється впродовж певного часу після завершення впливу. Застосовується до оцінки найбільш складних адаптаційних механізмів, які діють в умовах різноваріантних антропогенних впливів. Повинна відповісти на запитання: наскільки певна природна система адаптувалася до нових природно-антропогенних умов. Тобто визначає ступінь досягнення антропогенно навантаженими системами квазігармонізаційного стану з навколишнім середовищем. У якості аналізованих показників доцільно використовувати різноманітності складності структури внутрі- та зовнісистемних зв'язків. При цьому квазі-врівноважений стан системи з її функціональним середовищем досягається лише тоді, коли встановлюються узгоджені стани між внутрі- й міжсистемними інваріантами.

В адаптивних процесах, притаманних природним територіальним системам, спостерігають також явище адаптивної радіації. Його трактують як еволюційне розбігання (дивергенцію) одновидових територіальних систем по різних морфологічно більш високих системах. Тобто в цьому випадку маємо справу з видовою адаптацією до різних умов середовища, у ролі якого виступають морфологічно різні територіальні системи. Явище адаптивної радіації трапляється доволі часто, особливо в гірських територіях, і на сьогодні ще не дістало належного наукового аналізу. Виникає поки що гіпотетичне припущення, що зі зменшенням рангу морфологічно складних територіальних систем звужується інваріантно-видовий коридор

можливого набору складових природних територіальних систем (а також процесів, що їх формують), відповідно, вони вимушено повторюються.

Поширюються адаптивні явища й на явища стратегічної організованості територіальних систем. Саму стратегію тут визначають як закономірну систему умов взаємоіснування взаємодіючих територіальних систем у часі та просторі; систему врахування групового в єдності зі збереженням індивідуального; речовинно-енергетичну та інформаційну систему, що забезпечує єдність локального (локально-групового) та глобального; програму й водночас засіб самореалізації природних територіальних утворень (Петлін, 2006). Відповідно, адаптивна стратегія оптимізації природних територіальних систем є використанням і стимуляцією природних процесів відновлення компонентів ландшафту й адекватне реагування на зміни, які відбуваються після реалізації заходів щодо їх оптимізації (Шанда та ін, 1988). При цьому напрями та засоби трансформації ландшафтів повинні забезпечувати формування таких комплексів, які б відповідали певним «природним еталонам» або оптимальним зразкам ландшафтів зонального типу (Гетьман, 2001; Барановський, 2003; Гродзинський, 1995). Тут потрібно зауважити, що навіть повна відповідність «природним еталонам» – оптимальним зразкам ландшафтів зонального типу, абсолютно не гарантує реалізації адаптивної стратегії оптимізації територіальних систем. Цього можна досягти лише у випадку відновлення (наближеного відновлення) не стільки самих компонентів ландшафту, скільки системи внутрі- й міжсистемних зв'язків, унаслідок чого існує можливість відновлення квазігармонізаційного функціонального стану в межах відповідної ділянки ландшафтної сфери. Оскільки стратегія систем ґрунтується на узгодженому взаємоіснуванні дотичних територіальних утворень, де враховані інтереси групового (поєднаних систем) та індивідуального (окремих систем), то реалізується таке явище шляхом узгодження сукупності внутрі- й міжсистемних інваріантів. Саме вони надають явищам стратегії (адаптивної зокрема) стабільності в часі та просторі й водночас реалізують сукупність керівних процесів, спрямованих на забезпечення мінливості систем в умовах реалізації стратегічних функцій в інваріантно обмеженому коридорі.

Загалом, поняття «адаптивне керування», наприклад щодо біологічних систем трактують як практичну стійку діяльність стосовно екосистем і біологічних видів, яка враховує невизначеності й екологічні флуктуації та є зворотною й гнучкою (Екологический энциклопедический словарь, 1999). Щодо цілісних природних територіальних систем, то адаптивне керування визначається його здатністю ефективно виконувати задані функції в певному діапазоні зміни умов. Чим ширший діапазон, тим більш адаптивною вважається система. Гнучкість характеризує властивість апарату управління змінювати відповідно до ситуаційних завдань свою роль у процесі прийняття рішень та налагоджувати нові зв'язки, не порушуючи

властивості структури впорядкованих відносин. Оперативність прийняття управлінських рішень виявляє управлінські проблеми й таку швидкість розв'язання, яка забезпечує максимальне досягнення поставленої мети за збереження стійкості налагоджених організаційних процесів (Петлін, 2018). Таке широке керування в територіальних системах реалізують їхні інваріанти, а його оперативність забезпечується інформаційною природою інваріантів.

Отже, явище адаптивності сприймають як:

- спроможність до адаптації;
- наявний результат сумісності, узгодженості господарської підсистеми з природною, виражений у просторі за певний інтервал часу, який характеризується ступенем адаптивності природно-господарської територіальної системи (Позаченюк, 1999);
- властивість будь-якої системи пристосовуватися лише до зовнішніх впливів на неї (Гринченко, 2006);
- спроможність системи змінювати свою структуру й обирати варіанти поведінки під впливом факторів навколишнього середовища відповідно до нових цілей системи (Голышев, 2011).

Адаптивність – це все ж таки властивість або здатність системи здійснювати адаптаційний процес. Притаманна ця особливість як природним, так і антропогенно модифікованим та антропогенним територіальним системам. Вона належить до системи їх інваріантнозберігальних механізмів у царині структурно-внутрісистемних і міжсистемних взаємовідношень. Те, що адаптивність контролюється інваріантами територіальних систем, надає цьому явищу значної просторово-часової стабільності.

Найчастіше в територіальних утвореннях спостерігаємо адаптивність геоекологічну. Її сприймають як сумісність, узгодженість господарської й природної підсистем у просторовому аспекті в межах природно-господарської територіальної системи (ПГТС), а також усієї ПГТС із довкіллям (Позаченюк, 1999). Це процес пристосування природної підсистеми до антропогенного навантаження у вигляді господарської підсистеми. Наслідком такого пристосування часто стає не лише перебудова внутрі- і міжсистемних природних зв'язків, а й виникнення процесів, спрямованих на ліквідацію саме господарської підсистеми. Це відбувається внаслідок того, що інваріанти природних систем не мають антропогенних складових. Коли ті з'являються в системах завдяки діяльності людини, то виникають неузгодженості на рівні інваріантної організованості систем. Як наслідок, інваріанти задіюють додатково міжсистемні інваріантні властивості й спрямовують їх на ліквідацію антропогенного навантаження.

Те, що інваріанти природних територіальних систем також характеризуються певними адаптивними явищами, значною мірою залежить від інформаційної адаптивності. Це ступінь пристосованості інформації для виконання функцій, включаючи можливість її передавання по каналах

зв'язку, кодування й декодування, приймання та інтерпретації тощо (Мельник, 2012). У наведеному визначенні дискусійним є основне твердження, що інформаційна адаптація систем – це пристосованість інформації. Доцільніше сприймати її як пристосованість самих систем до певних інформаційних сигналів з наступною реалізацією пов'язаних з цим функцій. Оскільки інваріанти – інформаційні утворення, то й інформаційна адаптивність має змогу належати до його організаційних механізмів. При цьому миттєвість дії інформаційних сигналів створює умови миттєвого реагування інваріантів на будь-які деструктивні впливи. Власною стабільністю інваріанти сприяють стабільності адаптивних реакцій. Та при цьому така адаптивність може суперечити наявним антропогенним впливам. Тобто інваріанти можуть здійснювати адаптивні реакції не із зовнішнім антропогенним впливом, а з реакціями цілісної системи на них, значно їх підсилюючи. Як наслідок, у системі виникає сукупність зворотних реакцій, що спрямовані не лише на відновлення нормального стану в їх організованості, а й руйнування наявних антропогенних елементів. Така складна протидія є узгодженою сукупністю різноманітних адаптивних явищ на чолі з інформаційною інваріантною адаптивністю.

Інтенсивність адаптивних явищ і процесів оцінюють через відповідний адаптаційний ступінь. Це кількісний або якісний показник, який відображає реальний рівень сумісності, узгодженості, наприклад, природно-господарських територіальних систем у заданому просторово-часовому інтервалі й визначається за формулою:

$$S^{ad} = (S^{ad}_k; P; N(\mathbf{v}; \mathbf{c}); \dots),$$

де: S^{ad} – ступінь геоєкологічної адаптивності ПГТС; S^{ad}_k – ступінь геоєкологічної адаптивності ПГТС за компонентною структурою ландшафту; P – потенціал самоочищення ландшафту залежно від рельєфу; $N(\mathbf{v}; \mathbf{c})$ – нормативні обмеження (водозахисні й санітарно-захисні зони). Кількість показників у формулі може збільшуватися в міру збільшення знань про об'єкт дослідження (Цуркан, 2006). Очевидно, що показник ступеня адаптивності ПГТС до наявної структури природних та антропогенно модифікованих територіальних систем насамперед повинен урахувувати системно-емерджентні ознаки останніх, переважно у вигляді їх емерджентної внутрішньої структури та екологічної структури взаємовідношень. Лише в такому випадку ПГТС може бути адекватно «вписана» в структуру наявних природних територіальних систем. Тобто в адаптивній оцінці систем потрібно враховувати особливості їх інваріантів. Це можливо здійснити через інформаційні показники цілісних систем наприклад різноманіття внутрі-й міжсистемної структури зв'язків.

Адаптованість природних територіальних систем має широкий спектр виявлення, що залежить від видів системної мінливості. Найчастіше використовують адаптованість до динамічних процесів. Її сприймають як міру

можливості системи зберігати незмінним основний напрям динамічного процесу за дії збурень (Петлін, 1998). Отже, адаптованість до динамічних системних процесів є показником гнучкості системи в умовах мінливості навколишнього середовища. Вона підтримується (забезпечується) не лише внутрішніми властивостями системи, а й системою інваріантних взаємовідношень з її екологічним (функціональним) оточенням. Отже, оскільки такі адаптаційні процеси підтримуються сукупністю інваріантних властивостей систем, то вони є стійкими в часі та просторі.

На рівні еволюційних мінливостей в територіальних утвореннях виникає явище адаптогенезу (адаптаціогенезу, адаптіогенезу). Його сприймають як виникнення, розвиток і перетворення пристосувань (адаптацій) у процесі еволюції природних систем (Словник-довідник з агроекології, 2007). У процесі еволюційних перетворень будь-яка природна система спонтанно ускладнює складність внутрішніх зв'язків, що неодмінно призводить до підвищення її незалежності від зовнішніх стаціонарних і флуктуативних впливів. Процес адаптації виникає лише за наявності все більш потужних зовнішніх дій. Коли система входить до стану самоорганізації – адаптогенез як явище практично зникає й переходить до явища адаптації майбутньої системи до наявних умов довкілля. Постає запитання: яка тут роль інваріантів систем? Оскільки сама еволюційна системна мінливість перебуває під невинним контролем з боку інваріантів територіальних утворень, то вони повинні контролювати й пов'язаний з еволюцією адаптогенез. На рівні внутрісистемної організованості із закономірним підвищенням рівня складності внутрісистемних зв'язків відбувається зміна еволюційних стадій. Це явище перебуває під стабільним контролем системних інваріантів, а тому адаптація чергової еволюційної стадії до такого ускладнення відбувається контрольовано й «безболісно». При цьому інваріанти утримують еволюційну мінливість систем в інваріантно визначеному коридорі обмежень, що зберігає для неї програмовану цілеспрямованість.

Щодо активності адаптаційних процесів у територіальних системах, то її сприймають як:

- спроможність системи у відповідь на незначний вплив викинути значну внутрішню енергію за рахунок зміни власної структури (Сетров, 1975);
- сукупність змін і дій предмета, яка визначається переважно ним самим. Вона залежить від його внутрішніх, об'єктивних суперечностей, які опосередковують вплив зовні. Активному стану та властивості активності відповідає переважання внутрішньої детермінації й у такому розумінні – самодетермінації (Кремянский, 1977);
- посилена діяльність, діяльний стан (Великий тлумачний словник ..., 2004);

- спроможність системи змінювати навколишнє середовище й пристосувати його до своїх потреб (Сорока, 2005).

Активність належить до функціонально стабілізуючих властивостей природних територіальних систем. Значний, активний викид енергії реагування на зовнішній дестабілізуючий вплив дає змогу системі шляхом різкого стискання часу й відновлення квазірівноваги (регенерації, релаксації) не допустити появи деструктивних змін на структурному та компонентному рівнях. Активність має залежність від активного втручання в процес системного інваріанта. Чим активніше відбувається таке втручання з метою стабілізації процесів, тим вища загальносистемна активність.

Адаптаційні явища й процеси в територіальних системах обов'язково повинні бути адекватними щодо внутрі- та міжсистемних станів. Це головна вимога до них. Саме явище адекватності (від лат. *adaequatus* – рівний, відповідний, тотожний) сприймають як:

- те, що цілком відповідне, тотожне (Философская энциклопедия, 1970);
- відповідність образу оригіналу; міра якісно-кількісної відповідності енергії впливу енергії відображення (Сетров, 1975);
- відповідність змін процесу або явища тим змінам, що відбуваються в навколишньому середовищі (Словник-довідник з агроєкології, 2007);
- рівень відповідності образу, який створений за допомогою інформації, реальному об'єкту, процесу, явищу (Мельник, 2012).

У природі цілком адекватних систем, процесів, властивостей тощо практично не буває. Завжди існують певні відхилення або нетотожності. Отже, потрібно враховувати, що будь-яка адекватність завжди є наближеною або умовною. Лише за таких умов інваріанти здатні забезпечити чітку системну адекватність.

Отже, безпосередня інваріантна адекватність полягає в збереженні індивідуальних організацій територіальних систем та їхніх функціональних середовищ у межах дозволених ступенів свободи за наявності інваріантно-обмежувальних спільних організаційних залежностей (Петлін, 2016б). Отже, саме інваріантні властивості територіальних утворень сприяють і контролюють адекватність їх пристосувальних механізмів в умовах зовнішніх деструктивних впливів.

Іншою залежністю, яка проявляється під час реалізації територіальними системами адаптивних явищ і процесів, є обов'язковість протилежностей. Саме тому тут спостерігаємо адекватно-неадекватні реакції систем. Вони реалізуються у вигляді ситуацій, коли за формування реакції-поведінки системи враховується лише частина факторів з усього комплексу зовнішніх впливів (Старіш, 2005). Така реакція системи можлива лише у випадку, коли врахована частина факторів належить до провідних системоформувальних. Тоді інші фактори можна розглядати як факторний шум. Такий

факторний шум інваріанти територіальних систем використовують у ролі запасного варіанта розвитку системи, якщо провідні фактори внаслідок певних причин дають збій. При цьому відбір фактора з факторного шуму відбувається за принципом найменшого використання енергетичних ресурсів із досягненням найбільш оптимального результату.

Загалом процес адаптації територіальних систем до мінливих умов навколишнього функціонального середовища певною мірою структурований. У сукупності елементів цей процес характеризується як «адекватність». Його трактують як адаптацію природних територіальних систем до умов їхнього середовища шляхом послідовних індивідуальних пристосувань. Тут у якості індивідуальних пристосувань розглядаються внутрісистемні структурні складові системи, функціональні властивості яких відповідають індивідуальному різноманіттю навколишнього середовища. Це дає змогу територіальній системі адекватно реагувати на будь-яку середовищну мінливість. При цьому роль системних інваріантів полягає в «розтягненні» або «скороченні» періоду адекватності залежно від швидкості реагування структурно-функціональних складових системи на дію її внутрішнього інваріанта.

Постає запитання: а чи здатні територіальні системи пристосовуватися до створених людьми умов? Таке явище трактують як «аклімация» (англ. *acclimation*), яке й означає пристосування системи до штучно створених умов (Словник української біологічної термінології, 2012). Тут також значну роль відіграють інваріантні властивості територіальних систем. Стабільність внутрі- й зовнісистемних інваріантів систем вибудовує для аклімації певні обмежувальні рамки. Якщо система внаслідок аклімації виходить за них, вона руйнується.

Щодо пристосування окремих структурно-функціональних складових територіальних утворень до виникнення між ними неузгоджених взаємодій, то такий процес має назву акомодатії (від лат. *accommodatio* – пристосування), який полягає в пристосуванні структурної частини природних територіальних систем до зміни умов просторово-часового функціонування. Акомодатія – процес, який відбувається в природних територіальних системах практично незупинно, оскільки безперервно відбуваються диференційовані за структурними складовими системи мінливості станів, зміни в спрямуванні та інтенсивності дії стабілізувальних і дестабілізувальних механізмів організації тощо. Тому сам процес акомодатії повинен відповідати таким вимогам: володіти якнайменшим часом реагування на будь-яку мінливість шляхом вироблення й реалізації відповідних зворотних дій; характеризуватися гнучкістю (багатоваріантністю) можливих реакцій-відповідей; володіти потенціалом пристосування, який розуміється як запас міцності (у вигляді інваріантно можливої амплітуди коливання параметрів структурної складової систем).

На рівні теоретичних узагальнень явища й процеси адаптації (присотування) підпорядковані декільком закономірностям. Серед таких потрібно згадати аксіому адаптованості Дарвіна, відповідно до якої кожен вид адаптований до специфічного для нього комплексу умов середовища – екологічної ніші. Її можна перефразувати таким чином: будь-яка природна територіальна система адаптована до наявних внутрі- й міжсистемних інваріантів, які є її інваріантним середовищем.

Наближеною є аксіома екологічної адаптованості – кожен вид адаптований до суворо визначеної, специфічної для нього сукупності умов існування – екологічної ніші (Джигирей, 2007).

26. ІНВАРІАНТИ ПРИРОДНИХ СИСТЕМ НА СТАДІЇ ЇХ САМООРГАНІЗАЦІЇ

Самоорганізація як явище в природних системах уперше виявлено Уорреном Мак-Каллоком і Уолтером Пітсом у 1943 р. (McCulloch, Pitts, 1943). На сьогодні воно має значну кількість різноманітних трактувань. Наприклад:

- процес виникнення нової інформації із шуму (Форстер, 1964; Кастлер, 1967; Пузаченко, 1976);
- самоорганізація в найбільш загальному розумінні означає саморозвиток, самоструктурування, самодетермінацію природних систем і процесів. Зміст терміна означає повернення до античного (фізис – грец.), що означає «творчість природи», на противагу (техне – грец.) – уміння, ремесло, мистецтво. Концепція самоорганізації – остання в низці інтегративних, холістичних теорій людства, починаючи з античної натурфілософії до середньовічної філософії алхімії, перерваної механістичною картиною світу три століття тому, і знову починаючи своє відродження у ХХ ст. (Самоорганізуючі системи, 1964; Концепция самоорганизации, 1994; Князева, Курдюмов, 1994);
- перехід системи до стану «зі зв'язаними частинами», може бути поставлена до однозначної відповідності з множиною можливих відображень. Необхідні лише залежність між частинами системи й детермінованість її поведінки (Ешби, 1966);
- основна властивість системи, що самоорганізується, є негентропія як чинник підтримки та підвищення власної впорядкованості (Лернер, 1967);
- спроможність системи самостійно підтримувати, відтворювати чи вдосконалювати рівень своєї організації за зміни зовнішніх і внутрішніх умов її функціонування, спрямована на збереження її цілісності, підвищення стійкості, забезпечення нормального функціонування й розвитку (Блауберг, Садовский, Юдин, 1970);
- спроможність системи до стабілізації деяких параметрів за допомогою спрямованої впорядкованості її структурних і функціональних відносин, щоб протистояти ентропійним чинникам середовища (Абрамова, 1974);
- здатність геосистеми до зміни структури шляхом перебудови її внутрішніх зв'язків (Арманд, 1975);
- самоорганізація – процес упорядкування (просторового, часового або просторово-часового) у відкритій системі, за рахунок узгодженої взаємодії значної кількості елементів, які її становлять (Хакен, 1980);

- самоорганізація містить специфічну макроскопічну динаміку процесів системи; обмін та коеволюцію з навколишнім середовищем; само-трансцендентування, еволюцію еволюційних процесів (Jantsch, 1980);
- антипод ентропії, чинник, що протистоїть тенденції зростання світового хаосу (Винер, 1983);
- процес упорядкування елементів одного рівня в системі за рахунок внутрішніх чинників, без зовнішнього специфічного впливу (зміни зовнішніх умов можуть також бути стимулювальним впливом). Наслідок – поява одиниці наступного якісного рівня (Хакен, 1985);
- процес самоорганізації в неврівноважених системах відбувається через порушення симетрії в точках біфуркації (Пригожин, Стенгерс, 1986);
- самоорганізація – це структура в дії (Пушкин, Урсул, 1989);
- процес створення системи з новою структурою; самоорганізація містить етап генерації набору варіантів можливих систем і наступний відбір небагатьох із них за критерієм найбільшої життєздатності (Арманд, 1992);
- наука про виникнення й самопідтримання впорядкованих часових і просторових структур у відкритих нелінійних системах різної природи (Князева, Турбов, 2000);
- процеси, унаслідок яких виникають макроскопічні впорядковані просторово-часові структури в складних нелінійних системах, що перебувають у віддалених від рівноваги станах, поблизу особливих критичних точок – біфуркації, біля яких поведінка системи стає нестійкою, це означає, що в цих точках система під впливом найбільш незначних впливів, або флуктуацій, спроможна різко змінити свій стан (цей перехід часто характеризують як виникнення порядку з хаосу) (Новая философская энциклопедия ..., 2001);
- спонтанне зародження нових структур і нових форм поведінки у віддалених від стану рівноваги відкритих системах, яке характеризується появою внутрішніх петель зворотного зв'язку й математично описується нелінійними рівняннями (Капра, 2002);
- чітко визначена послідовність фізико-хімічних та біологічних явищ у природних системах, яка зумовлена внутрішніми й зовнішніми обмеженнями та веде до формування функціонально єдиного цілого (Мусієнко, Серебряков, Брайон, 2002);
- явище, яке пов'язане зі спроможністю відкритих складних систем організувати свою структуру за допомогою внутрішніх механізмів і незалежно від зовнішніх впливів (Ковальов, 2003);
- процес створення, відтворення або вдосконалення організації складної, відкритої, динамічної системи, що саморозвивається, зв'язки між

- елементами якої мають не жорсткий, а ймовірнісний характер (Кохановский, Золотухина, Лешкевич, Фатхи, 2003);
- клас процесів, у ході яких у незамкнутій системі виникає організованість (порядок) за рахунок взаємодії компонентів, що функціонують усереднені системи за відсутності впорядковуючих впливів, що надходять із боку зовнішнього середовища. Відбувається винятково за рахунок кооперативної дії й зв'язків компонентів системи та, звичайно ж, відповідно до її попередньої історії. Така самоорганізація приводить до зміни просторової, часової й функціональної структур системи (Лук'янець, Кравченко, Озадовська та ін., 2004);
 - процес притаманний природним територіальним системам, які володіють високим рівнем складності з великою кількістю елементів, зв'язки між якими мають ймовірнісний характер (Петлін, 2005);
 - установа в дисипативному неврівноваженому середовищі просторових патернів (загалом, які еволюціонують у часі), параметри яких визначаються властивостями самого середовища й слабо залежать від просторової структури джерела неврівноваженості (енергії, маси тощо), початкового стану середовища та умов на границях (Безручко, Короновский, Трубецков, Храмов, 2005);
 - удосконалення геосистеми (її здатність) у процесі розвитку, динаміки; одержання нею більш ефективних функцій використання енергії, виробництва біологічної продукції, виникнення більш високого біологічного різноманіття та більшого різноманіття типів речовини, енергії, комплексів й ін. за рахунок більш ефективної взаємодії елементів (зокрема зі зворотними зв'язками) (Боков, Тимченко, Черванев, Рудьк, 2005);
 - когерентний вплив середовища самого на себе (Кочубей, 2005);
 - процес упорядкування внутрішньої структури й потоків через систему речовини, енергії та інформації, який забезпечується механізмами регуляції самої системи (механізми зворотного зв'язку) (Основи стійкого розвитку, 2005);
 - спроможність до стабілізування певних параметрів шляхом спрямованого впорядкування структури, щоб протидіяти ентропійним чинникам середовища. Самоорганізація – це структура в дії (Хорошавина, 2005);
 - самоорганізація – це процес приведення складових системи до єдиної міри під впливом внутрішніх сил – джерел самовпорядкування, самостійного накопичення інформації тощо. Цей процес може відбуватись у дуальному плані – структурному або функціональному. У структурному аспекті відбувається перетворення внутрішньої будови системи, тоді як у функціональному – змінюється її якість, призначення (Сороко, 2006);

- процес упорядкування внутрішньої структури й потоків, що через систему проходять: речовини, енергії та інформації, які забезпечуються механізмами регулювання самої системи (механізми зворотного зв'язку) (Мельник, 2006);
- фінальний еволюційний стан природних територіальних систем, який характеризується високим рівнем складності внутрісистемних зв'язків, є чутливим до найменших флуктуацій, подальший розвиток якого має біфуркаційно-імовірнісний характер (Петлін, 2008);
- множина процесів самовиникнення й динамічної поведінки колективних процесів або структур унаслідок нестійкості однорідного стану в певному активному, нестійкому середовищі. Самоорганізація – це «тонка», складноорганізована структура узгодженості взаємодій, комунікацій, когерентної поведінки, яка не є наслідком певного зовнішнього цілеспрямованого керівного впливу. Вона породжується самою системою внаслідок втрати стійкого певного стану – як певний, узагальнено зрозумілий фазовий перехід. Самоорганізація – це виникнення складних когерентних структур (Ковальов, 2009);
- спроможність системи самостійно, завдяки внутрішнім чинникам, без впливу зовні, підвишувати свою впорядкованість (Теория организации, 2009);
- самодовільне формування систем із розрізнених структур простору (Мельник, 2012);
- процес упорядкування елементів одного рівня організації в системі за рахунок внутрішніх чинників, без контролюючого зовнішнього впливу (водночас зміна зовнішніх умов може також бути стимулювальним впливом). Як наслідок – поява одиниці наступного якісного організаційного рівня (Петлін, 2013);
- властивість системи самостійно (тобто без спрямовуючого впливу зовні) реалізовувати процеси, які забезпечують функціонування й розвиток системи (Мельник, 2012);
- самоузгоджене функціонування системи за рахунок внутрішніх зв'язків зі зв'язками навколишнього середовища (nrc.edu.ru/est/pos/5.html);
- незворотний процес, який призводить у результаті кооперативної дії підсистем до утворення більш складних структур усієї системи. Самоорганізація – елементарний процес еволюції, який складається з необмеженої послідовності процесів самоорганізації (Рабаданов, Раджабов, Гусейханов, 2014).

Отже, узагальнено самоорганізація природних систем – це їх саморозвиток, самоструктурування, самодетермінація на основі появи нової інформації, спрямований на міжсистемне впорядкування відносин шляхом самостійного підтримування організаційного розвитку й водночас впливу середовища для власного врівноваження, тобто спрямованої еволюції

еволюційних процесів унаслідок досягнення системою вищого ступеня що приводить до зміни структурної організованості і як наслідок – це процес спрямований на появу нового системного утворення за досягненням вищого ступеня ускладнення внутрісистемного різноманіття структури зв'язків, тобто це фінальний еволюційний стан системи, який реалізується через порушення симетрії в точках біфуркації, що має кінцевою метою забезпечення відповідної ділянки ландшафтного простору негентропією.

Таке розлоге узагальнене трактування самоорганізації в територіальних системах свідчить про значну складність цього явища, необхідність узгодження його складових і як наслідок необхідності загального контролю за її реалізацією. Отже, повинен бути механізм такого фонових контролю. Таким механізмом є взаємоузгоджена сукупність внутрі- й міжсистемних інваріантів, оскільки саме їх мінливість забезпечує явище самоорганізації.

Загальними ознаками самоорганізації природних територіальних систем є (Петлін, 2005 б):

- утрата зовнішнього контролю внаслідок більш складних внутрішніх зв'язків системи;
- перетворення динамічного процесу (кількісна мінливість) на розвиток (якісна мінливість);
- наявність коливальних системи у вигляді біфуркаційного процесу;
- поява якісної різноманітності в межах стійкого центру системи;
- наявність програми в підтримуванні ієрархічно більш значного порядку;
- виникнення невірноваженого стану системи;
- поява нестабільності й навіть хаосу в процесах зовнішнього керування системою;
- поява декількох можливих станів системи (атракторів), що відповідають вимозі гармонізації її оточення;
- виникнення критичної стійкості системи;
- нечутливість до зовнішніх впливів (флуктуації лише здатні вплинути на вибір того чи іншого атрактора);
- пріоритетність самостійного вирішення питань інтенсивності й напрямку розвитку (у межах виділеного коридору можливих змін);
- певна адаптованість, що виявляється у виборі того чи іншого атрактора щодо змін зовнішньої ситуації;
- поєднання критеріальної складності стану системи зі спрощеністю результуючої програми;
- ієрархічність (наявність прямих і зворотних зв'язків між системою, що самоорганізується, і системою більш високого ієрархічного рівня, до якої вона входить).

Така складність самоорганізаційних ознак, притаманних природним територіальним системам для реалізації, обов'язково повинна бути взаємо-

узгоджена й контрольована. При цьому такий контроль має бути динамічним (ураховувати розвиток систем), спиратися на особливості міжсистемних відношень, мати цільову орієнтованість. Такими контрольними властивостями відзначаються лише інваріанти територіальних утворень.

Самоорганізація – значною мірою внутрісистемне явище. Саме тому виокремлюють її внутрішні джерела. Ними вважають взаємодії таких протилежних тенденцій цього процесу, як нестійкість і стійкість, хаос і впорядкованість, дезорганізацію й організацію, випадковість і необхідність (Рузавін, 1986). Загалом, обмежитися такою заявою – це однозначно тому, що не сказати нічого. Що, наприклад, означає нестійкість і стійкість. Якщо система існує в просторі та часі – вона вже володіє певною стійкістю. Водночас кожна градація стійкості, навіть дуже стійка, характеризується й певною нестійкістю, яка виявляється, наприклад, у наявності ерозійних або акумулятивних процесів. Інша справа, що система може бути більш і менш віддалена від стану рівноваги. Вважається, що чим ближче система перебуває до стану рівноваги, тим вона стійкіша, а процеси взаємообміну із середовищем мають транзитний характер. Найчастіше такий стан спостерігаємо в рівнинних ландшафтів. Водночас у таких систем порівняно спрощена внутрішня структура. Значний за площею стійкий центр із надзвичайно вузькими сегментами зони зовнішньої неоднорідності не спроможні протистояти аномальним ритмічним та антропогенно спровокованим впливам. Тому така стійкість є квазістійкою. Доцільніше внутрішніми джерелами самоорганізації територіальних систем вважати безперервне спонтанне ускладнення ними складності структури внутрішніх зв'язків, а також постійне накопичення ентропії у вигляді енергії, яка не може бути перетворена на роботу. Наслідком реалізації внутрішніх джерел самоорганізації є поява в системах самоорганізуючої критичності як їх здатності еволюціонувати в напрямі досягнення критичного стану й підтримувати себе в такому стані (Петлін, 2005 б).

За спонтанного розвитку системи завжди намагаються виробити в стані самоорганізованої критичності програму, спрямовану на створення нового територіального утворення, яке підвищить гармонізацію зв'язків ландшафтної системи більш високого морфологічного рівня. Тому, якщо оточуючі територіальні системи більш динамічні, то буде створена програма на виникнення більш статичного комплексу, якщо більш статичні – то створена система характеризуватиметься більш динамічними показниками. Стан самоорганізованої критичності в територіальних системах структурований, де головну роль відіграють біфуркаційні явища. Він характеризується дуальною стійкістю: чутливістю до найменших флуктуаційних впливів і водночас нечутливістю до стабільних впливів від дотичних територіальних систем. У ньому різко зростає роль досягнення системою цільових пріоритетів, зокрема вироблення програми для системи (або

систем), яка виникне на місці після його руйнування. У стані самоорганізованої критичності системи також характеризуються наявністю внутрішніх і міжсистемних інваріантів. Постає запитання: яка їх роль у формуванні й реалізації стану самоорганізованої критичності?

Незважаючи на надзвичайну чутливість від різноманітних флуктуацій, інваріанти продовжують утримувати територіальні системи в інваріантно визначеному коридорі програмованої мінливості. Інша річ, що поява такого критичного стану є запрограмованим явищем, яка спонукає системи до переходу в стан біфуркаційного пошуку.

Загалом, еволюційна стадія самоорганізації природних територіальних систем – явище не лише внутрішнє (контрольоване внутрішніми інваріантами), а й зовнішнє (контрольоване міжсистемними інваріантами). Зовнішніми джерелами системної самоорганізації є зовнішні речовинно-енергетичні та інформаційні зв'язки, які і є контрольованими міжсистемними інваріантами.

Стадію самоорганізованості територіальних систем часто ототожнюють з явищами дисипації. Її сприймають як:

- перехід енергії упорядкованого руху в енергію хаотичного руху часток (Соколов, 2002);
- перехід частини енергії упорядкованого процесу в енергію невпорядкованого процесу (Великий тлум. словник, 2004);
- процес, що дає змогу уникнути розупорядкованості зв'язків у невірноважених системах, шляхом трансформування частини енергії від зовнішнього середовища в упорядковану поведінку нового типу (Петлін, 2013);
- перехід частини енергії впорядкованих процесів в енергію неупорядкованих процесів і, врешті – у теплоту (Системні дослідження навколишнього середовища, 2019).

Отже, поняття «дисипація» має дуальний зміст. З одного боку, це процес перетворення енергії в невпорядковану, а з іншого – у впорядковану енергію, але вже іншого природного утворення. Щодо конкретно стадії самоорганізації в територіальних системах, то внаслідок наявності дисипативних явищ тут виникає дисипативна самоорганізація (термін запропоновано І. Пригожиним у 1967 р.) як фазовий перехід незворотних структур віддалених від рівноваги. Тут дисипативні структури – це наслідок розвитку власних внутрішніх нестійкостей у системі. Автор вважає, що такі дисипативні структури – це лише наслідок розвитку власних внутрішніх нестійкостей у системі. Уточнимо, що внутрішні нестійкості на стадії самоорганізації є такими з позиції навколишнього функціонального середовища систем, а з позиції їхнього внутрішнього програмованого розвитку – це зростання потенціалу речовинно-енергетичного міжструктурного обміну, що дає змогу системі більш жорстко контролювати процес

самоорганізації. Відбувається це під незруйнованим еволюційними перетвіленнями впливом внутрішніх системних інваріантів, які продовжують утримувати систему в коридорі програмованої мінливості й поступовому переході до біфуркаційної підстадії.

Поняття «біфуркація» (від лат. *bifurcus* – роздвоєний) – (основи теорії біфуркації закладено А. Пуанкаре й А. М. Ляпуновим на початку ХХ ст., потім цю теорію розвинуто А. А. Андроном і його учнями) сприймається як:

- особливий стан системи, у якому стійкий розвиток змінюється на нестійкий, унаслідок чого виникає декілька можливих шляхів розвитку (Лопушпінський, 2003);
- роздвоєння, поділ будь-чого (Великий тлумач. словник, 2004);
- спроби систем у стані самоорганізації продовжити розвиток у тому чи іншому напрямку – перейти до того чи іншого виду природної системи. Якщо спроба невдала – система без суттєвих утрат прямує до іншої біфуркаційної спроби, формуючи таким чином біфуркаційний ланцюг. Найчастіше черговий пріоритет віддається тому напрямку, перехід до якого потребує найменших енергетичних витрат (Петлін, 2005);
- якісна зміна стану системи на фоні малої зміни керівних параметрів (Безручко, Короновский, Трубецков, Храмов, 2005);
- отримання нової якості в русі динамічних систем на фоні малих змін її параметрів. Знання про основні біфуркації дає змогу суттєво полегшити дослідження реальних систем (фізичних, хімічних, біологічних, географічних тощо), наприклад передбачити характер нових рухів, які виникають у момент переходу системи до якісно іншого стану, оцінити їх стійкість та область існування («Универсальная энциклопедия» Кирила и Мефодия);
- отримання нової якості в рухах динамічної системи за незначних змін її параметрів (Рабданов, Раджабов, Гусейханов, 2014).

Явище біфуркації належить до особливого стану природних територіальних систем – їх самоорганізації. Найчастіше біфуркацій у цьому стані спостерігають декілька. Отже, простежуємо явище своєрідного біфуркаційного коливання системи. Це відбувається доти, поки система не увійде до такого аторактора, яким вона вже просуватиметься незворотно. Кожне біфуркаційне коливання системи характеризується відповідним часом індивідуальної біфуркації. Сукупно такі часові відрізки становлять загальний біфуркаційний час системи. Занадто скорочений загальний біфуркаційний час практично означає катастрофічне явище. На стадії біфуркаційної мінливості системи характеризуються біфуркаційним інваріантом. Такий інваріант відзначається значною біфуркаційною мінливістю, та кожна з них не виходить за межі дозволеної ним мінливості. Реалізація біфуркаційних

механізмів передбачає такий характер змін у системі, за якого вона втрачає принципові відмінності й набуває нової якості, хоча й зберігає спадкоємний зв'язок з попереднім станом. За такої мінливості система втрачає свою цілісність, набуваючи нової якості. Біфуркаційній мінливості притаманний цілий спектр відмінних властивостей, які дають змогу значно прискорити процеси розвитку. До таких властивостей належать максимальне збільшення варіантності станів і розкиду можливих параметрів системи; невизначеність майбутнього, що пояснюється високим ступенем випадковості та ймовірності флуктуацій (спонтанних змін) системи; незворотність розвитку. Унаслідок імовірнісного й випадкового характеру змін імовірність повернення до попереднього стану практично дорівнює нулю. Час, як і еволюція, набуває спрямованості й незворотності (Основи стійкого розвитку, 2005). Контроль за такими новими для системи явищами все ще належить її інваріантам, які, самі маючи біфуркаційний вигляд, характеризуються вже певною нестабільністю.

Починаються біфуркаційні мінливості в територіальних системах за проходження ними своєрідної біфуркаційної точки або моменту. Ними вважають:

- точки розгалуження варіантів розвитку. Звичайно, такі моменти іменують терміном «катастрофа». У межах методології нелінійних досліджень цим терміном прийнято позначати якісні, стрибкоподібні, раптові зміни (Лук'янець, Кравченко, Озадовська та ін., 2004);
- точку розгалуження шляхів еволюції відкритої нелінійної системи (Князева, Курдюмов, 2005);
- таку критичну точку, після якої починаються біфуркаційні трансформації системи. Із математичного погляду, біфуркаційною точкою можна вважати таку точку (значення параметра), через яку проходять дві чи більше області розв'язання рівняння, що описує можливі стани системи (Основи стійкого розвитку, 2005).

Це також момент стану природної територіальної системи, у який вона змінює шлях біфуркаційного розвитку. Біфуркаційні точки існують доти, доки система не обере шлях якісно іншого стабільного атрактивного розвитку. Із цими точками пов'язано також явище переходу системного інваріанта в біфуркаційний вигляд.

Сам атрактивний розвиток територіальних систем та їх біфуркаційного інваріанта виникає внаслідок наявності в розвитку цільової спрямованості, тобто вже в самій програмі системного розвитку закладена атрактивна мета. Її сприймають як таку, що формується відповідно до структури функціональних відношень системи й умов середовища, які об'єктивно припускають спрямовану, незворотну послідовність подій і станів (Ейген, Шустер, 1982). Реалізацією такої мети є виникнення в певному ландшафтному

просторі якісно нового атрактора. Поняття «атрактор» (від лат. *attraho* – притягаю до себе) трактують як:

- у системології – це переважний стан, до якого намагається наблизитися система, яка керується зворотними зв'язками, точка або лінія притягання на фазовій діаграмі (Арманд, 1988);
- у синергетиці – стійка структура середовища, за потрапляння в поле якої інша система еволюціонує до цього стійкого стану (Пригожин, 1999);
- зображення відносно стійких станів системи у фазовому просторі (Пригожин, 2002);
- реальні структури у відкритих нелінійних територіальних системах, які виникають унаслідок процесів самоорганізації в момент переходу системи в стійку нову якість (Чернавский, 2004);
- сукупність точок у фазовому просторі, до якої з часом прагне точка зображення (Безручко, Короновский, Трубецков, Храмов, 2005);
- реальні структури в просторі та часі, на які виходять процеси самоорганізації у відкритих нелінійних середовищах (Князева, Курдюмов, 2005);
- певна множина, розмірності меншої, ніж сам простір, до якого з часом притягуються навколишні стани (Буданов, 2007);
- реальний стійкий стан структур, до якого переходять системи в момент їх якісної перебудови (розвитку). Отже, атрактор насправді є початковим, нульовим еволюційним станом систем (Петлін, 2008).

Якщо система, що перебуває в стані самоорганізації, увійшла до області певного атрактора, то вона вже його не залишить, а продовжить еволюціонувати в межах інваріанта, що належить цьому атрактору. Кожна територіальна система в стані самоорганізації має вибір між цілою серією атракторів, зазвичай, обирається той із них, на попадання до якого потрібно витратити мінімум енергії. Проблемним залишається визначення можливої серії атракторів певної природної територіальної системи і їхні особисті характеристики, а також час, який потрібно системі для вибору просування по певному з них. Інколи ототожнюють поняття «атрактор» та «інваріант» територіальних систем. Вони справді наближені, але мають певні відмінності. «Атрактор» характеризується тим, що це стійкий стан системи, який не допускає зворотної дії. «Інваріант» містить у собі такий стан. Але ще й характеризується наявністю програми розвитку контрольованої системи, контрольованими обмеженнями її мінливості, спрямованістю на стабільність розвитку.

Інколи в процесі пришвидшеної стадії самоорганізації в територіальних системах виникає явище абревіації (від лат. *abbreviatio* – скорочення). Це стадія недорозвинення територіального утворення, яка виникає в процесі швидкого (каскадного) розвитку серії систем у період дії дивного

атрактора (термін запропоновано в 1971 р. Д. Рюеллем і Ф. Такенсом, має дві суттєві відмінності від звичайного атрактора: його траєкторія неперіодична (вона не замкнена) й режим функціонування нестійкий (малі відхилення від режимів зростають). Основним критерієм є нестійка траєкторія, при цьому нестійкість часто підпорядковується закону експонентіальності, тобто малі збурення режиму здатні в часі зростати по експоненті). Проявляється, наприклад, у відсутності певних топічно-внутрішніх елементів.

На відміну від аберації, кожен стан абревіації представлений нестійкою в часі та просторі, але якісно іншою природною територіальною системою. Абераційні серії територіальних систем виникають у ситуації утруднення переходу між попередньою й наступною системами, найчастіше внаслідок необхідності кількісно значних змін у ландшафтоформувальних складових, наприклад пришвидшеного досягнення врівноваженого базису ерозії. Абераційні системи повинні характеризуватися наявністю абераційних інваріантів. Такі інваріанти також недорозвинені. Вони спрямовані не на стабілізацію перебігу станів системи, а на підштовхування її до якісної мінливості. Отже, такі інваріанти – це механізми саме абераційної якісної мінливості систем.

Отже, на стадії самоорганізації природні територіальні системи характеризуються не лише мінливістю, а й певною консервативністю, контрольованою їхніми інваріантами. Між ними існує паритет відповідно до закону балансу консервативності й мінливості, який свідчить, що будь-яка система, що розвивається, складається з двох рядів структур (підсистем), один із яких зберігає й закріплює її функціональні особливості та будову, а інший – сприяє видозміні й навіть саморуйнуванню системи з утворенням нової функціонально-морфологічної специфіки, зазвичай, такої, що відповідає оновлюваному середовищу існування системи.

Загальними закономірностями, яким підпорядковується еволюція систем, що самоорганізуються, і які виявилися в точках біфуркації, є (Лук'янець, Кравченко, Озадовська та ін., 2004):

- найчастіше біфуркаційні ситуації провокуються зміною або керівного параметра, або впливами, що виходять із боку керівної підсистеми, яка переводить систему в новий стан;
- після виходу системи з біфуркаційної ситуації неможливо однозначно спрогнозувати, у який саме стан вона перейде. Подібну неможливість прогнозувань методології нелінійних досліджень пояснюють не лише тим, що в системі виявляється множина потенційних еволюційних траєкторій, а й тим, що впливи, які виходять із зовнішнього середовища, мають випадковий характер;
- схильність системи до тієї або іншої еволюційної траєкторії, звичайно, зумовлюється життєвістю і стійким типом поведінки нелінійної

- системи. Принцип стійкості стверджує: нестійкі форми розвитку, якщо й виникають, швидко руйнуються; серед можливих форм розвитку реалізуються лише стійкі форми;
- зростання складності системи, що еволюціонує, причиняє збільшення кількості можливих шляхів розвитку й кількості станів, за яких можуть виникати катастрофи;
 - кожна катастрофа змінює організованість системи; зміна організованості відбувається не завжди в напрямі її ускладнення;
 - чим більш гетерогенними виявляються елементи системи й чим складнішими між ними є зв'язки, тим нестійкішою виявляється така система. Отже, чим вищий рівень складності системи, тим вона більш нестійка, тим більше витрат потрібно на її підтримку;
 - границі поля можливих шляхів розвитку відкритої нелінійної системи корелюють зі ступенем її нерівноважності: чим більш нерівноважною виявляється система, тим ширший спектр можливих еволюційних траєкторій, з якого вона може обирати свою майбутню траєкторію в точці біфуркації;
 - близькі стани нерівноважної системи можуть породити зовсім різні еволюційні траєкторії;
 - ті самі еволюційні гілки (або типи гілок) можуть реалізовуватися багаторазово;
 - темпоральна границя катастрофи визначається «принципом максимального сповільнення». Цей принцип стверджує: система здійснює катастрофний перехід до якісно нового режиму розвитку лише тоді, коли в неї немає іншого вибору;
 - процес розгалуження еволюційних траєкторій породжує граничні цикли – це періодичні траєкторії у фазовому просторі. Кількість таких циклів у системі тим більша, чим більш хиткою виявляється структура цієї системи.

Загалом, явища самоорганізації в природних системах виникли ще на початку зародження ландшафтної сфери Землі. Про це свідчить науковий факт взаємозв'язку процесів самовідтворення й саморуйнування систем. Відповідно до нього, процеси самовідтворення й саморуйнування природних систем невідривні від початку еволюції природи (Мельник, 2012). Та для збереження врівноваженості між дифереційованими складовими ландшафтної сфери такі явища повинні бути контрольованими. Ця функція й належить інваріантам територіальних систем. Саме це сприяє їх урівноваженому стабільному розвитку, який і містить стадію самоорганізації.

Загалом, поняття «розвиток» природних територіальних систем трактують як:

- зникнення старих і виникнення нових видів морфологічних одиниць (Миллер, 1974);

- процес, який відбувається узгоджено з властивостями речовини, під дією або з участю незмінного зовнішнього джерела енергії (Арманд, 1975);
- процес перетворення первинної породи в диференційований горизонтальний генетичний профіль. Оскільки ґрунт формується повільніше за біоту, становлення зонального ландшафту завершується утворенням зрілого ґрунту та його морфологічної структури (Таргулян и др., 1976);
- заміна одних інваріантів геосистем іншими внаслідок саморозвитку й впливу мінливих зовнішніх умов (Сочава, 1978);
- спрямовані зміни в ландшафті, які відбуваються під дією мінливих умов зовнішнього середовища, найчастіше під впливом тектонічних процесів і клімату (Гришанков, 2001).

Отже, розвиток територіальних систем і є руйнуванням їх інваріантів та виникненням на їх місці інших інваріантних утворень. При цьому практично незмінними залишаються попередні міжінваріантні явища, які отримують нові функції у зв'язку з появою якісно нового інваріантного територіального утворення.

27. ІНВАРІАНТНІСТЬ І СИСТЕМНА ОРГАНІЗОВАНІСТЬ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Оскільки ми здійснюємо аналіз інваріантності в організованості саме природних територіальних систем, то вкрай потрібно проаналізувати таку їх властивість, як системність. Її сприймають як:

- повноту відображення наявної реальності в предметі дослідження (Юдин, 1981);
- те, що динаміка всіх елементів системи скоординована й спрямована на підтримання її існування, відносної замкнутості, цілісності, сфокусована на здійсненні інтегральних системних функцій (Куркин, Матвеев, 1981);
- систему, яка функціонує з певною структурою, що відповідає її призначенню. Ця структура повинна забезпечувати головну мету системи й виконувати всі основні й допоміжні функції (www.construction-technology.ru/landiz/1/4.php);
- загальна характеристика дійсності й разом із доповнювальним її поняттям «хаос» (як вираження несистемності, безладу) становить своєрідну гносеологічну категорію (Мороз, Онопрієнко, Бортник, 1997);
- явище, яке визначає, що сукупність взаємопов'язаних складових (об'єктів) повинна мати додаткові властивості (Буравльов, 2004);
- поняття «системність» має об'єктивну й суб'єктивну риси. Щодо об'єктивної, то це властивість територіального утворення реалізовувати емерджентну якість, тобто бути системою. Суб'єктивна риса полягає у вмінні бачити в комплексі емерджентне ціле (Петлін, 2009);
- спроможність процесів і явищ світу утворювати системи, наявність систем, системної будови матеріальної дійсності та форм її пізнання (Рабаданов, Раджабов, Гусейханов, 2014);
- належить до загальної характеристики дійсності, вона забезпечує повноту відображення системи, її скоординованість і спрямованість на реалізацію системних функцій через емерджентну якість, виконання головної мети, відносної замкнутості й цілісності (Петлін, 2016 а).

Отже, властивість системності повинна бути притаманна саме системам із їхніми інваріантами. Розглянемо декілька визначень поняття «система» зі значної кількості. Тобто система (від грец. *systema* – організоване ціле) – це:

- системна організованість – це властивість цілого бути більшим від суми своїх частин (Богданов, 1912, 1925);
- географічні комплекси, які потрібно розглядати як системи, і лише це дає змогу виявити причинні зв'язки: ... охоплюючи собою сукупність

- географічних індивідів, ... кожна система як така має певні властивості, які ґрунтуються на взаємовідношеннях (Геттнер, 1930);
- комплекс взаємодіючих елементів f_1, f_2, \dots, f_n , яким притаманна цілісність (Bertalanffy, 1940);
 - сукупність об'єктів разом із відношеннями між ними і між їхніми атрибутами (Hall, Fagen, 1956);
 - скупність сутностей або речей, живих чи неживих, що сприймає певні входи й діє згідно з ними для виробництва певних виходів, із метою максималізації функцій входів і виходів (Flagle, Huggins, Roy, 1960);
 - інтегрована сукупність взаємодіючих елементів, призначена для кооперативного виконання заздалегідь визначеної функції (Flagle, Huggins, Ruu, 1960);
 - пристрій, процес або схема, що поводить себе узгоджено з певним правилом; функція системи полягає в оперуванні в часі інформацією та (або) енергією й (або) матерією (Ellis, Ludwig, 1962);
 - О. Ланге використовує для характеристики інтуїтивно-змістовної системи такі положення: – 1) система як матеріальний об'єкт, який становлять елементи, пов'язані між собою ланцюгом причинно-наслідкових відносин; 2) беззаперечна наявність у таких систем цілісних властивостей, які не виводяться і не зводяться до характеристик частин, котрі її складають; 3) існування цілісних систем пов'язане з діалектичною природою процесу розвитку, який полягає у виникненні й розв'язанні протиріч; 4) індивідуальні цілісні системи в процесі свого розвитку перетворюються на більш складні системи – цілі «більш високого порядку (Lange, 1962);
 - у системних утвореннях вирішальну роль відіграють не складові елементи, а ціле, яке перетворює й підпорядковує елементи (Мамзин, 1964);
 - сукупність елементів, взаємозв'язки яких надають їй цілісного характеру (Садовский, 1965; Соловьев, 1966; Овчинников, 1967; Урсул, 1968в; Гаазе-Рапопорт, 1973; Кедров, 1974);
 - це не просто сукупність одиниць (частинок, індивідів), де кожна одиниця керується законами причинного зв'язку, а сукупність відношень між цими одиницями (Raport, 1963);
 - сукупність взаємодіючих різних функціональних одиниць (біологічних, людських, машинних, інформаційних, природних), пов'язана із середовищем, що слугує досягненню певної спільної мети шляхом дії над матеріалами, енергією, біологічними явищами й керування ними (IEEE Newsletter..., 1967);
 - обмежена сукупність, що утворює цілісну єдність. При цьому будь-якій реальній системі притаманна організація, але не кожна організація виступає як система (Урсул, 1968 б);

- ґрунтуючись на цілісному характері систем, можемо чітко окреслити це через такі ознаки: 1) система є цілісним комплексом взаємопов'язаних елементів; 2) вона утворює особливу єдність із середовищем; 3) будь-яка досліджувана система – це елемент системи більш високого рівня; 4) елементи будь-якої досліджуваної системи є системами більш низького рівня для вищої системи (Блауберг, Садовский, Юдин, 1969);
- група будь-яких одиниць, можливо однорідних, а в інших випадках – різнорідних, які цікавлять нас у своїй єдності. Основним у понятті системи є не її конкретна будова і не тотожність елементів, а наявність певних зв'язків, які змінюються за формою й зумовлюють включення до системи то одних, то інших елементів, але за умови збереження наступності між елементами й типами зв'язку впродовж усього розвитку системи (Малиновский, 1970);
- сукупність об'єктів, на яких реалізується відношення із задалегідь заданою властивістю (Уемов, 1973);
- завершальна множина функціональних елементів і відношень між ними, яка виділяється із середовища відповідно до певної мети в рамках певного часового інтервалу (Сагатовский, 1976);
- один із класів «цілих», які відрізняються в найбільш загальному плані, не обов'язково високою організованістю, як найчастіше вважають, а в більш широкому розумінні тим, що в «цілому» такого типу достатньо відособлені, виділені частини, які на цьому рівні дослідження потрібно відрізнити, тобто тим, що це не злите, не суцільне ціле, не проста «цілісність», не лише «одне». Якщо частини в системі розрізняються, а отже, достатньо дискретні та різноманітні, то системний об'єкт являє собою також і «багато»; але частини існують не відокремлено, а в певному поєднанні та віднесеності до цілого; у ньому потрібно бачити «єдність різноманітності», за словами Гегеля про розвинене ціле. Ця подвійність «одного» й «багатьох» (вирази, які застосовував ще Арістотель) і є вихідним пунктом розуміння системності та систем (Кремянский, 1977);
- система в рамках структурно-функціонального блоку – це кінцева множина елементів і відношень між ними, які об'єктивно виділені із середовища на певних основах. Завершальна множина елементів, поєднаних динамічними й статичними відношеннями, що необхідні та достатні й зумовлюють наявність цілеспрямованих властивостей, котрі дають змогу вирішувати системо породжене протиріччя в певних зовнішніх умовах (Сагатовский, 1981);
- це не лише взаємодії, а й також обмеження різноманітності (Арманд, 1988);

- сукупність, комбінація або набір взаємопов'язаних елементів, що утворюють єдине ціле. Поняття «система» ґрунтується на таких положеннях: 1) вона є множиною взаємопов'язаних частин; 2) усі елементи множини перебувають у взаємній залежності; 3) вивчення будь-якого елементу субмножини дає змогу виявити властивості єдиного цілого; 4) ця сукупність елементів сформована так, щоб реалізувати певне призначення (Стеченко, Чмир, 2005);
- цілісність, яка становить єдність закономірно розміщених і взаємопов'язаних частин; кожна система характеризується наявністю таких основних ознак: елементів – найпростіших одиниць, що її становлять; підсистем – результатів взаємодії елементів; компонентів – результатів взаємодії підсистем; внутрішньої структури зв'язків між компонентами та підсистемами; певної цілісності, завдяки якій система одержує інтегральний результат; зв'язків з іншими системами зовнішнього середовища (Гавриленко, 2008);
- емерджентний пиріг (Чем, Вайтсон, 2019).

Отже, «система» багатогранне й багатofункційне утворення, цілісність якого повинна бути спрямовано контрольована й корегована. Тобто система обов'язково повинна характеризуватись інваріантними відношеннями, що й надає їй просторово-часової організованості. Таку системну організованість трактують як:

- взаємодію їхніх просторових і часових структур (Боков, Тимченко, Черванев, Рудык, 2005);
- форму єдності функцій, їх взаємозалежність, її внутрішню зв'язаність, яка відбувається із самої себе, проявляючись як когерентність (Ковальов, 2009).

Тобто для того, щоб системна організованість була реалізована, потрібна контрольована наявність взаємозалежних та взаємодіючих структур, що призводить до їх цільового розвитку. Така організованість є загальною функцією природи, а тому можемо говорити й про організованість самої природи. Її сприймають як:

- упорядкованість об'єктів природи в системах природних тіл, відношень (зокрема взаємодій), властивостей. Усі ці об'єкти розвиваються, тобто зароджуються, змінюються й зникають у рамках тієї ж організованості природи, залежно один від іншого (Соколов, Мэйен, 1976);
- сукупність зв'язків і відношень між природоформувальними компонентами та чинниками, що й створюють таку територіальну єдність, як система (Петлін, 2005 а).

Щодо конкретної організованості природних територіальних систем, то вона містить два взаємопов'язаних, але протилежних процеси – інтеграцію різних геокомпонентів у цілісні природні єдності (наприклад ландшафти) і диференціацію цих єдностей на відносно виокремлені територіальні части-

ни різного масштабу, тобто підпорядкування їхніх структурних рівнів – локального, регіонального й планетарного. Така подвійність організації географічного простору (інтеграція-диференціація) знаходить відображення у двох гілках ієрархії геосистем – компонентній і ареальній (Геттнер, 1930). Відповідно розрізняють два типи моделей організації територіальних систем – моно- і полісистемний (Преображенский, 1969).

Та системно-територіальна організованість обов'язково повинна спиратися на функціональну стабільність. Таку стабільність природним територіальним системам забезпечують їх інваріанти. Можна навіть стверджувати, що територіальна організованість виникає й розвивається лише завдяки системним інваріантам. Це твердження відображається в геосистемних аксіомах, розроблених у 1978 р. В. Б. Сочавою, які становлять основу його вчення про геосистеми: подвійної системно-ієрархічної проекції структури географічного середовища, функціональної подібності, єдності просторових зв'язків:

1. Природне середовище організоване у вигляді ієрархії керівних і керованих геосистем;
2. Закономірності, які притаманні геосистемам однозначні в певних межах;
3. Геосистеми представлені різного виду корінними структурами й перемінними станами, які підпорядковані певному *інваріанту*;
4. Для природи характерне поєднання двох початків – гомогенності та гетерогенності. Ці процеси відбуваються одночасно. Сюди належить також аксіома, яку запропонував І. Л. Спектор (1968) – число геосистем скінчене.

Саме виникнення просторово-часової організованості природних територіальних систем відбувається разом із самою її появою, – це, по суті, актуалізація (формування) інваріантних зв'язків між системоформувальними компонентами та між структурно-функціональними складовими системи, упорядкований розподіл структурних складових і зв'язків між ними, а також між самою системною цілісністю та її функціональним оточенням у просторі та часі (Петлін, 2016б). Таке ж питання, що з'являється раніше, інваріант чи системна організованість не має сенсу (тотожним є питання, що з'явилося раніше – яйце чи курка). Вони виникли одноментно. При цьому інваріантам виокремлено блок керування. Саме таким чином виникла територіальна системно-диференційована впорядкованість. Поняття «впорядкованість» розглядають як:

- розміщення де-небудь;
- діяти стосовно чого-небудь за власними вимогами (програмою);
- закономірне розміщення матеріальних тіл у певному просторі (Жегунов, 2006);

- упорядкованість, або «структурна негентропія», свідчить лише про відоме відхилення від найбільш імовірного, випадкового розподілу елементів, які становлять організоване ціле (Малиновский, 1970);
- фіксування наявності в системі певного порядку елементів, відношень і зв'язків у будові та функціонуванні системи. Організація системи фіксує не лише властивість упорядкування її елементів, зв'язків і відношень, а й специфічні для кожної системи взаємовідношення між її частинами, підсистемами, рівнями тощо, а також міру їх «внеску» до загального функціонування системи (Садовський, 1974).

Важливість цієї характеристики для природних територіальних систем полягає в тому, що в конкретному геопросторі, у певний час, незважаючи на другий закон термодинаміки, утворюються певні елементи системи, закономірне розміщення й взаємодія яких зумовлюють появу якісно нових властивостей і характеристик цієї системи. Сукупність елементів системи має межі або чіткі границі, які означають її форму та об'єм. Взаємозалежність і взаємодія елементів впорядкованої системи зумовлюють її уособленість та відносну незалежність від зовнішнього середовища. Отже, упорядкованість дискретних елементів системи призводить до якісно нового наслідку – появи цілісної системи (Жегунов, 2006). Із позицій інваріантних властивостей територіальних систем їх упорядкованість можна трактувати як просторово-функціональне узгодження внутрішніх і міжсистемних інваріатів.

Часто поняття появи дискретних територіальних утворень пов'язують із поняттям декомпозиції. Загалом, її сприймають як:

- метод розчленування задачі системного аналізу на локальні, простіші підзадачі, які розв'язуються незалежно одна від одної, із подальшою координацією одержаних результатів для розв'язання вихідної задачі (Ковальчук, 2003; Михайлівська, Ісаєнко, Гроза, Криворотько, 2006);
- поділ системи на частини, щоб зробити зручнішими певні операції з нею. Найважливішим стимулом і суттю декомпозиції є спрощення системи, надміру складної для розгляду цілком. Таке спрощення може фактично призводити до заміни системи якоюсь іншою, у певному сенсі відповідною первісній – це здійснюється введенням гіпотез і послабленням або відкиданням деяких зв'язків – у цьому випадку (строга декомпозиція) потрібне розроблення спеціальних процедур узгодження та координації частин (Катренко, 2013);
- поділ частини на прості частини з метою проведення зручних операцій із цією системою (Системні дослідження навколишнього середовища, 2019).

Природним територіальним системам притаманна емерджентна декомпозиція, яка виявляється у вигляді неоднакової ролі системоформу-вальних компонентів в організації системного цілого (Петлін, 2016б). Та

при цьому на рівні системного територіального цілого на фоні неоднаковості ролі системоформувальних компонентів діє фоновий керівний апарат у вигляді системних інваріантів.

Отже, контрольно-інваріантна сутність територіальної організованості відображена й в організаційному законі, який свідчить, що всі природні територіальні системи мають наближену організаційно-функціональну природу, відзначаються інваріантним характером, а також сукупністю організаційних залежностей (інколи законів, закономірностей, принципів). (Петлін, 2016б). Безпосередньо закономірності просторово-часової організації природних територіальних систем є сукупністю взаємопов'язаних явищ, яка забезпечує стійку тенденцію й напрям просторово-часового функціонування таких систем. До основних закономірностей належать принцип необхідної гомогенності – ступінь внутрісистемної однорідності показників повинен бути вищим, ніж їх однорідність у поєднаних системах; принцип стабільного співвідношення внутрішніх структурних складових – співвідношення між площами внутрісистемних структурних утворень у межах систем одного виду за нормальних ритмів функціонування є величиною сталою; принцип демократичності контролюючого механізму довкілля – останнє не задає конкретного фізіономічного стану системам, а лише ставить вимогу щодо спрямованості, інтенсивності та якості речовинно-енергетичного обміну між ним і системою; принцип сусідства – в одновидових територіальних системах існує близький набір оточуючих ландшафтних комплексів, який виконує спрямовано контролюючу й формувальну роль щодо властивостей структурних елементів цих систем; принцип гармонійної вбудованості – унаслідок якісного розвитку системи на її місці виникає лише таке територіальне утворення, яке забезпечує гармонійне співіснування територіальних систем у певному місці ландшафтної сфери тощо. До таких закономірностей належать також механізм самоорганізації ландшафтних систем, механізми виникнення симетрії й дисиметрії, механізми дії додатних і від'ємних зворотних зв'язків тощо.

Щодо безпосередньо залежностей інваріант-організаційних, то їх формують такі (Петлін, 2016б): відповідність структурної організації системно-територіальній складності навколишнього середовища; складність внутрішніх зв'язків системи (їх різноманіття), яка виникла, має бути нижчою за складність (різноманіття) зв'язків системи з навколишнім функціональним середовищем; контрольні функції системи, які виникли, мають належати її функціональному середовищу.

Усі природні територіальні системи підпорядковані ідентичним організаційним залежностям, про що свідчить принцип паралельності в організації територіальних систем. Він має такі трактування:

- усі функціональні системи, незалежно від рівня організації і від кількості складових компонентів, мають принципово одну й ту саму

функціональну архітектуру, у якій результат є домінуючим фактором, що стабілізує організацію систем (Анохин, 1973);

- це наявна природна закономірність, яка показує, що всі природні територіальні системи організовані за одним організаційним (структурно-організаційним) принципом, тобто їхні структури організаційно паралельні (Петлін, 2006).

Явище паралельної організованості дає змогу здійснювати перенесення знайдених залежностей під час дослідження конкретних природних систем на інші з необхідною ймовірністю. Це стосується також інваріантних відношень, оскільки паралельність організаційних механізмів у територіальних системах спрощує їх дослідження й поширення знайдених залежностей на значну сукупність територіальних об'єктів. Загалом, організаційний процес у територіальних утвореннях – це процес створення порядку. У його межах відбуваються два взаємодоповнювальних процеси: 1) створення порядку (безпосередньо організаційний процес); 2) руйнування порядку (дезорганізаційний процес) (Маца, 2008). Така єдність протилежностей є ілюстрацією відомого філософського закону (закон боротьби і єдності протилежностей), оскільки без руйнації неможливе творіння. При цьому результуюча таких протилежних процесних дій завжди є просуванням за зростаючим удосконаленням, що цілком стосується й інваріантних залежностей у системній організованості.

28. ІНВАРІАНТНО-АРХІТЕКТОНІЧНА ОРГАНІЗОВАНІСТЬ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Поняття «архітектоніка» містить широкий спектр організаційних явищ і залежностей, притаманних складним системам. Для природних систем архітектоніка означає гармонійне сполучення частин до єдиного цілого; вираз структурних закономірностей цілісної територіальної конструкції. Виявляється в інтегральному взаємозв'язку, взаємозумовленості та просторовому розміщенні структурних складових системи, а також розподілі функцій між ними залежно від функціональних навантажень. В основу архітектоніки покладено явище синтезу, унаслідок чого відбувається функціональне поєднання й узгодження складових у межах єдиного цілого.

Загалом, поняття «синтез» трактують як:

- метод вивчення предмета в цілісності, єдності та взаємозв'язку його частин. У процесі пізнання пов'язаний з аналізом (Словник іншомовних слів, 1975);
- процес поєднання елементів, унаслідок чого вони зливаються, інтегруються або організуються в єдине ціле (Великий тлумачний словник, 2004);
- поєднання складових частин у єдине ціле (Исаченко, 2004);
- процес пізнання, за якого ціле усвідомлюється як складене з частин, що певним чином пов'язані між собою (Блауберг, Садовський, Юдин, 1969);
- метод пізнання, котрий дає змогу здійснити з'єднання окремих частин або сторін предмета в єдине ціле (Гавриленко, 2008);
- учення про організацію (Нееф, 1974);
- фактичне або мисленне поєднання цілого з частин, елементів і зв'язків, які виділяють за допомогою аналізу (Рабаданов, Раджабов, Гусейханов, 2014).

Усі наведені визначення (і маса ненаведених) стверджують, що синтез – це метод (процес) поєднання частин у єдине ціле. При цьому найбільшою проблемою вважається те, як це здійснити. Якби природні системи були механічними утвореннями, то це було б зрозумілим, наприклад, складання машини з її частин. Але вони не механічні утворення. Це складноорганізовані (часто за принципом живих) системи, які характеризуються емергентними властивостями (утворюване ціле повинно мати властивості, відсутні в будь-якому з його складових). Тому тут повинні бути застосовані якісно інші методи з'єднання частин, ніж у механічному цілому. Та які це методи, на сьогодні невідомо. Очевидно, що саме формування визначення синтезу відбулося методично й методологічно нездійсненим шляхом. У зв'язку з цим хочеться запитати: а чи хто-небудь з авторів таких визначень

бачив складові частини систем поза їх цілісністю? Напевно, ні. Частини природного складного цілого в принципі не здатні до роз'єднання. Тобто емерджентне ціле існує для певної системи завжди, а різноманітні аналізи є умовним розділенням цього цілого. У такому разі синтез – це система методів (процесів) дослідження реального природного емерджентного цілого в усій складності його спрямованого впливу на складові. Отже, буде реалізована методологічна єдність аналізу й синтезу.

Оскільки архітектоніка переважно оперує структурними утвореннями, то й, відповідно, структурним синтезом, який належить до адаптивних механізмів територіальних систем із чітко вираженим блоком керування у вигляді внутрі- й міжсистемних інваріантів. За характером інформації, яку використовують системи з керуванням, структурний синтез може бути поділений на дві групи: що містить канали параметричної ідентифікації й здійснює керування процесом синтезу (керування переважно реалізується за допомогою внутрішнього інваріанта, створеного дотичними системами); який містить моделі самоналаштування й здійснення на цій основі керування процесом синтезу через сигнали неузгодженості наявного стану з модельним оптимальним станом (керування реалізується переважно за допомогою міжсистемних інваріантів як необхідної конструкції). Перший більш спрощений вид реалізації структурного синтезу притаманний системам, які перебувають на ранніх стадіях еволюційного розвитку й характеризуються значною контрольованою залежністю з боку функціонального середовища. Другий – використовується системами на останніх стадіях еволюційного розвитку, коли системи переходять або вже перебувають на стадії самоорганізації. За засобом одержання інформації структурний синтезний процес поділяють на такий, що одержує безпосередню інформацію за основними параметрами, і такий, коли одержують інформацію за опосередкованими параметрами. Насправді територіальні системи використовують третій засіб одержання інформації – інтегрований, де пряма й опосередкована інформації накладаються та утворюють єдиний інформаційний потік. Щодо сприйняття керівних впливів структурний синтез поділяють на такий, котрий безперервно опрацьовує керівні впливи й такий, що періодично звертається до керівного впливу. Потрібно зауважити, що конкретні дослідження в цьому плані практично відсутні. Водночас, імовірно, що системи на ранніх стадіях еволюційного розвитку постійно перебувають під дією (та сприймають його) інтегрованого керівного впливу. На заключних стадіях еволюційного розвитку системи сприймають керівну інформацію про неузгодженість структурної складності зв'язків зі складністю зв'язків навколишнього функціонального середовища й надалі можуть уже не звертатися до нього, перейшовши до стадії самоорганізації (Петлін, 2013).

Щодо архітекtonіки процесів структурного синтезу, то вона визначає акти поведінки системи й містить такі, послідовно мінливі стадії: аферентний синтез (ураховує систему зворотних зв'язків); визначення напрямку розвитку; корекцію результатів проміжкових дій; еферентний синтез (ураховує емерджентний вплив центральної системи на специфіку структурних складових); оцінку результату синтезу (Петлін, 2013). Розглянемо більш конкретно складові архітекtonіки процесів структурного синтезу.

Аферентний синтез (від лат. *affero* – приношу, доставляю) ґрунтується на наявності зворотного зв'язку. За аферентного синтезу реалізується своєрідна зворотна (сканувальна) аферентація у вигляді типу зворотного зв'язку що ґрунтується на скануванні останнього розподілу в системі аферентних збурень, які забезпечують одержання корисного результату (Анохин, 1973). У цьому випадку аферентні зв'язки (у перекладі з лат. означає «винесення») застосовують для визначення зв'язків, які йдуть від центральної структурної частини природних територіальних систем до периферійних структурних складових. Отже, відбувається міжструктурний керівний процес, де контрольною ланкою є центральна структурна частина системи. При цьому це лише вторинний контрольний процес оскільки головний перебуває в центрально-інваріантному утворенні й спрямовує сам аферентний синтез. Таке дуальне керування забезпечує додаткову надійність усьому апарату системного керування.

Визначення напрямку розвитку складного системного утворення реалізується за допомогою сукупної дії міжсистемних інваріантів, які враховують при цьому специфіку міжсистемних відносин у розвитку. Як наслідок, з'являються не лише напрям розвитку (динаміки, еволюції) системи, а й швидкість такої мінливості, що задає загальний час існування системного утворення.

Корекція результатів проміжкових дій забезпечується невинним контролем із боку внутрішнього системного інваріанта. Таке корегування забезпечує перебування розвитку системи в межах визначеного інваріантного коридору дозволених мінливостей.

Еферентний синтез дає змогу системі досягати конкретного планового результату й ліквідує невизначеності, які виникають за наявності різних варіантів поведінки. На основі еферентного синтезу в системі реалізується конкретний програмований розвиток і при цьому проявляє дію апарату прогнозу, за допомогою котрого система відстежує можливу мінливість у найближчий час (своєрідне функціональне екстраполовання). Загальна реалізація в системах еферентного синтезу здійснюється під стабільним сукупним контролем із боку внутрі- й міжсистемних інваріантів, що надає загальної стабільності розвитку системи.

Оцінка результату синтезу реалізується системою за допомогою своєрідного сканування її стану з боку сукупності міжсистемних інваріантів

(їх кількість дорівнює чисельності дотичних систем). Наслідком є можливість порівняння зі станом дотичних систем і задіяння необхідного корегування у випадку виявлених відхилень у розвитку.

Загалом, архітектоніка природних територіальних систем є сукупністю ознак, які характеризують фігуру, розміри, геометричну будову й зовнішню структуру системних утворень (Петлін, 2013). Така архітектоніка є проявом (результатною дією) внутрі- та міжсистемних їхніх функціональних особливостей. Архітектонічні ознаки є основними, що використовуються в процесі аерокосмічного дослідження природних систем. Такі архітектонічні системні ознаки – це наслідок «творчої» дії сукупності взаємодіючих територіальних систем на момент появи якісно нового системного територіального утворення. Отже, це дія сукупності просторово дотичних міжсистемних інваріантів. Реалізується таке явище, з метою забезпечення дотичним системам просторово-часової стабільності, зокрема зменшення кількості приросту ентропії.

Будь-які природні територіальні системи належать до функціональних, оскільки вони стабільно мінливі. Саме поняття «функціональна система» трактують як:

- строго обмежену сукупність процесів і структур, які поєднані для виконання будь-якої якісно своєрідної функції системи або акту її поведінки, тобто архітектури систем принципово тотожні (Анохін, 1978);
- систему, яка володіє фіксованим кінцевим набором підсистем й елементів, а також певних перетворень. Останні змінюють розміщення та взаємодію компонентів системи. Але наприкінці відповідного інтервалу часу початковий і кінцевий стани системи збігаються. Такий інтервал називається періодом, а набір усіх здійснюваних перетворень – циклом (Ракитов, 1982);
- систему, у якій системоутворювальним фактором є функція (Сингаївські, Мойсейчук, 2006);
- систему, що має фіксований кінцевий набір підсистем, елементів і певних перетворень. Ці перетворення змінюють розміщення й взаємодію компонентів системи. А наприкінці відповідного інтервалу часу початковий і кінцевий стани системи збігаються. Такий інтервал називається *періодом*, а набір усіх здійснюваних перетворень – *циклом* (Гавриленко, 2008).

Функціональні системи характеризуються інваріантною зворотністю станів у процесі мінливості. Абсолютно стани повторитися не можуть, оскільки в процесі мінливості відбуваються кількісні зміни компонентних складових, але вони залишаються в межах їхніх інваріантних видів.

Архітектоніку функціональних природних територіальних систем поділяють на внутрішню й зовнішню.

Внутрішня архітектоніка функціональних систем є виразом подальшого розвитку ідеї взаємопідтримки компонентів системи, вона розкриває її тонкі механізми, за допомогою яких компоненти системи звільняються від надлишкових ступенів свободи, для встановлення взаємозв'язків з іншими компонентами на основі імперативного впливу результату на всю систему тобто організаційно внутрішні архітектури функціональних природних систем принципово тотожні (Анохін, 1978). Наявність тотожної (паралельної) внутрішньої організаційної архітектури в усіх без винятку природних системах свідчить про існування загальноприродного організаційного механізму, який або виник унаслідок тривалого функціонального пристосування природних систем між собою (ефект «притирання» міжсистемних інваріантів), або вказує на наявність організаційно більш глобальних (космічних) залежностей, які скеровують дію організаційних механізмів усіх природних систем в одному визначеному руслі, що саме дає їм змогу інтенсивно та ефективно взаємодіяти й розвиватися. Наявність у системах паралельної (між усіма системними територіальними утвореннями) внутрішньої функціональної архітектоніки свідчить про загальні для всіх механізми інваріантного контролю за їх виникненням і розвитком.

Зовнішня архітектоніка функціональних територіальних систем є виразом подальшого розвитку ідеї взаємопідтримки взаємодіючих цілісних систем, вона також розкриває її тонкі механізми, за допомогою яких індивідуальні цілісні системи звільняються від надлишкових ступенів свободи для встановлення взаємозв'язків з іншими поєднаними системами на основі імперативного впливу результату на всю міжсистемну організаційність тобто організаційно зовнішні архітектури функціональних природних систем також принципово тотожні (Петлін, 2020). Тут головним контрольним механізмом є наявність міжсистемних функціонально узгоджених інваріантів. При цьому вони не пригнічують функціонування внутрісистемних інваріантів, а лише надають їм інформацію про свій стан із метою включення ними, за необхідності, корегувальних механізмів для відновлення необхідної узгодженості.

Центральна архітектоніка природних територіальних систем є вибіркоким поєднанням функціональних елементів різних рівнів: контролюючих, стабілізувальних, зворотних зв'язків, забезпечувальних тощо. Усі вони узгоджені за допомогою дії системних інваріантів, які не лише стабілізують ці функціональні елементи, а й забезпечують системам дотримання програмованого розвитку.

29. ІНВАРІАНТНО-ЕКОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Поняття «екологічність» сприймають як властивість природних систем взаємодіяти із середовищем і тим самим підтримувати себе в стані гармонійного (відносно цього середовища) розвитку (Петлін, 2008). При цьому саме екологічність є тим чинником, який забезпечує системам узгоджене співіснування з дотичними територіальними утвореннями. Такі важливі взаємодії систем належать до організаційно пріоритетних, а тому є безперервно контрольованими з боку системних інваріантів.

Досліджують екологічні явища та процеси за допомогою особливого екологічного підходу. Його трактують як:

- застосування адекватних екологічних концепцій і методів у дослідженні різноманітних природних та антропогенних систем. В основу покладено вчення про екологічне середовище об'єкта, яке проявляється в системі зовнішніх зв'язків, які виконують щодо нього контролюючу й корегувальну роль (Арманд, 1989);
- сукупність засобів дослідження ландшафтних систем, які ґрунтуються на знаннях просторово-часових закономірностей взаємодії цих систем з ландшафтним оточенням та різноваріантами полями (Петлін, 2006);
- предметний різновид системного підходу, за якого вивчається характер зв'язків між живими організмами та оточуючим їх середовищем (Гуцуляк, 2001).

Отже, в основі екологічного підходу – дослідження екологічного середовища певного об'єкта. Тому саме екологічне середовище, впливаючи на різноманітні екологічно залежні явища систем, формують їх екологічний портрет. Загалом, екологічний портрет територіальних утворень – це інформаційна система як сукупність графічно зображених, просторово розподілених у часі даних із характеристики екологічної ситуації та природно-кліматичних умов на певній території з урахуванням особливостей геофізичних і геохімічних показників місцевості, аналітичної інформації про стан навколишнього природного середовища відповідно до оцінки впливу на навколишнє середовище соціально-економічної сфери, екологічної експертизи, екологічної оцінки, екологічного моніторингу, екологічної паспортизації, екологічного й громадського контролю (Холинг, 1988). Із позицій інваріантності екологічне середовище складних системних утворень є сукупністю взаємозалежних міжсистемних інваріантів, які формують і контролюють внутрісистемний дотичний інваріант, представлений об'єктом розгляду. Наслідком є встановлення та збереження міжсистемної стабільності.

Міжсистемні взаємодії реалізуються за допомогою певних екологічних факторів (чинників). До таких належать:

- фактори довкілля, що впливають на певні природні системи. Сукупність необхідних для системи екологічних факторів називають умовами існування (Арманд, 1989);
- умови середовища, на які природна система реагує реакціями пристосування. Розрізняють абіотичні, біотичні, ландшафтні та антропогенні екологічні фактори. М. Ф. Реймерс нараховує 37 видів екологічних факторів;
- конкретні властивості (впливи), що мають екологічне значення. За генезисом екологічні фактори поділяють на природні й антропогенні; за приуроченістю до компонентів природи – на кліматичні, гідрологічні тощо, за механізмом взаємодії в ландшафтному комплексі – на геофізичні, геохімічні, біологічні й комплексні; за характером впливу на людину – на прями та опосередковані (Гуцуляк, 2001).

Взаємодії між інваріантами територіальних систем належать до системно-інваріантних факторів, які характеризуються організаційною пріоритетністю. Усі інші екологічні фактори ними контрольовані й кореговані за інтенсивністю. Тобто системно-інваріантні фактори вибудовують зону дозволеної мінливості для інших екологічних факторів.

Поряд з екологічними факторами розглядають й екологічні чинники. Загалом, поняття «чинник» розуміють як:

- компоненти та окремі властивості територіальних комплексів (Краукліс, 1979);
- у факторальному аналізі – вираз кореляції між змінними, що вивчаються (Мусієнко, Серебряков, Брайон, 2002);
- рушійна сила процесів або умова, котра впливає на них, суттєва обставина в будь-якому процесі, явищі (Великий тлумачний словник, 2004);
- рушійна сила, умова, залежність, що впливає на процеси, а отже, стани й структуру природних систем (Петлін, 2009).

Поняття «чинник» практично тотожне з поняттям «фактор», одне з яких, а саме «фактор», прийшло з російської мови, але широко використовується в українській науковій літературі. Це пояснюється існуванням більш складних понять, наприклад «факторальний аналіз». Водночас часто в якості фактора розуміють предметну реальність, а чинника – лише явище або умову, які створені цими предметними реальностями. Отже, екологічні чинники – це будь-які умови середовища, що впливають на життєдіяльність екосистем. Екологічні чинники класифікують за часом, періодичністю, походженням, характером, умовами дії тощо (Ільєнко, 2006). Постає запитання: чи правомірно розглядати взаємодію сукупності міжсистемних інваріантів у якості певного екологічного чинника? Більш вірно в якості

системно-інваріантного чинника розглядати умови, створені взаємодіями міжсистемних інваріантів. Тут поняття «умова» сприймається як:

- необхідна обставина, що уможливорює здійснення, створення, утворення чого-небудь або сприяє чомусь (Великий тлум. словник, 2004);
- середовище, у якому перебувають і без якого не можуть існувати предмети, явища; те, від чого залежить інше (Некос В, Некос А., Сафранов, 2010).

Системно-інваріантні екологічні умови формують інваріантно контрольовані екологічні ситуації. До таких відносять:

- стани природних територіальних систем, що характеризуються поєднанням ландшафтних екоумов й екопроблем на певній території, що зберігаються незмінним протягом певного часу (Мельник, 1999). Екологічні ситуації можна аналізувати за допомогою інтегральних синтетичних показників. Серед них коефіцієнтом перетворення природних ландшафтів (за методикою П. Г. Щищенка, 1988) та ін.;
- сукупність екологічних проблем визначає екологічний стан як певної території (регіону), так і в розрізі впливів ресурсів (Гуцуляк, 2001);
- зафіксований у певний момент стан навколишнього середовища й природних ресурсів на певній території, визначений екологічними та соціально-економічними показниками. За ступенем небезпеки виділяють: сприятливі (безпечні), задовільні (погіршені), критичні, напружені (кризові) й катастрофічні екологічні стани (Приходько, Приходько – молодший, 2004);
- сукупність станів екологічних об'єктів у межах певної території в певний проміжок часу (Сухарев та ін., 2006);
- стан навколишнього середовища, або окремих його факторів, котрі мають емоційну, кількісну або якісну оцінку (Васюкова, Ярошева, 2009);
- сукупність станів екологічних об'єктів і суб'єктів, інтегрованих як у просторі, так і в часі, а також усіх подій, що впливають на їх стан (Остапчук, 2010);
- відображення виникнення несприятливих для людини умов оточуючого середовища може бути наслідком самої діяльності людей і результатом втручання їх у природу та природні процеси на тих територіях, для яких характерні несприятливі цьому природні процеси та явища (Бондар, Клімчук, Колядинський, Мольчак, 2013).

Отже, екологічні ситуації в природних територіальних системах представлені станом їх навколишнього функціонального середовища, що, впливаючи на них, сприяє формуванню залежно-інтегрованого стану. Такий стан значною мірою залежить і контролюється сукупністю міжсистемних інваріантів, де внутрісистемні інваріанти виконують роль корегувальних механізмів. При цьому в системах формується явище екологічного резерву.

Воно виникає якщо ступінь відхилення екологічного стану від норми визначає тип екологічної ситуації, тоді ступінь наближення стану екологічного до критичної межі (після чого відбувається деградація системи, наприклад екологічна катастрофа) визначає екологічний резерв (запас міцності) системи (Израэль, 1984). Екологічний резерв із позицій системних інваріантів є міцністю саме інваріанта внутрісистемного, оскільки система здатна до руйнування лише із руйнуванням її інваріанта.

Екологічні стани, ситуації тощо виникають лише за спрямованого впливу на територіальну систему її екологічного середовища. Таким вважають зовнішнє середовище, вплив якого здійснюється через забруднення, котре транспортується повітряними і водними транскордонними потоками. Його можна вивчати як внутрішній результуючий стан ландшафту (Современные ландшафты ..., 2009). До такого трактування поняття «екологічне середовище» є певні зауваження. Якщо на систему не чинять негативні (наприклад забруднювальні) зовнішні впливи, то воно не має екологічного середовища? Безумовно, має. Тоді як такий маємо сприймати зовнішнє середовище територіального утворення, яке спроможне та впливає на систему за допомогою речовинно-енергетичних й інформаційних зв'язків. Інтегровано це вплив сукупності міжсистемних інваріантів дотичних систем, котрий характеризується контрольними та корегувальними функціями.

Якщо такі функції дестабілізують систему, то виникає екологічно-дестабілізоване середовище, яке характеризується нестійкістю умов існування, підсиленням контрастності, утворенням нових екологічних ніш, придатних для обмеженої кількості видів, і руйнуванням попередніх, виникненням вторинних оптимумів для небагатьох видів (Позаченюк, 1999). Потрібно зауважити, що екологічно-дестабілізоване середовище не означає наявність дестабілізованих зовнісистемних інваріантів, а дестабілізований вплив цих інваріантів на внутрісистемні інваріанти. Це відбувається у випадку, коли система, найчастіше на стадії самоорганізації, створює нестійкості в межах певної ділянки ландшафтної сфери (у морфологічно вищій територіальній системі). Як наслідок, її дотичні системи, що й становлять відповідне екологічне середовище, спрямовано діють у напрямі руйнування такого територіального утворення й виникнення на його місці іншого, що задовольнятиме міжсистемну стабільність.

Взаємодії між дотичними територіальними системами сприймають як екологічний процес. Він може розглядатися як щодо самих природних територіальних систем, так і їх екологічного середовища. Тобто це процес, який відбувається між територіальною системою та її функціональним оточенням. Поділяється на екологічно стабілізувальний та екологічно дестабілізувальний. Перші найчастіше природні, другі – антропогенні та антропогенно модифіковані. Екологічні процеси також трактують як такі зміни в просторі та часі в природному (екологічному, функціональному)

середовищі систем, які контролюються і джерелом яких є певне екологічне явище. Може бути як деструктивний (найчастіше існує у вигляді антропогенно-спровокованого екологічного процесу), так і стабілізувальний (найчастіше спонтанний екологічний процес). Стабільність екологічного процесу залежить від стабільності міжсистемних інваріантів у які вони «вписані» й інтенсивність яких ними контролюється. Стабільність сукупності міжсистемних інваріантів формує стабільність системного екологічного балансу. Його сприймають як кількісне поєднання екологічних компонентів, які забезпечують екологічну рівновагу, що надає можливості внаслідок процесів саморегулювання і самовідновлення формуватися й підтримуватися екосистемі певного типу. Зміна будь-якого з компонентів веде до загальної зміни екологічного балансу (Приходько, Приходько – молодший, 2004). Із позицій системних інваріантів екологічний баланс – це інваріантно підтримувальний стан екологічних процесів і явищ у територіальних системах, які забезпечують у них екологічну рівновагу.

Якщо така рівновага не виникає, формуються екологічні аномалії (екоаномалії) (термін запропонував А. Г. Ісаченко в 1993 р.). Це наслідки дії екофакторів на певній території. Екологічні аномалії можуть збігатися або не збігатися з межами природних територіальних систем. В останньому випадку формуються певні поля, зони зі специфічними умовами, які й прийнято називати екологічними аномаліями. Вони можуть бути природними (пов'язані з паводками, ураганами, землетрусами тощо) й антропогенними – зони тих чи інших ореолів антропогенних забруднень і техногенних геохімічних аномалій (Глазовская, 1988; Перельман, 1989). Актуальним питанням є те, чи здатні існувати екологічні аномалії в системних інваріантах? Якщо такі є, то інваріанти не спроможні будуть повною мірою виконувати свої стабілізувальні функції. Тому прямих екологічних аномалій в інваріантних властивостях систем не може бути, можливі лише реакції інваріантів на екологічні аномалії, притаманні компонентним, структурним і цілісно-системним параметрам.

Екологічні властивості та явища в природних територіальних системах пов'язують із такою їхньою властивістю, як «оптимум» (від лат. *optimum* – найкраще). Загалом його сприймають як:

- сукупність найсприятливіших умов для будь-яких систем (Сочава, 1978);
- складний, утворений зовнішніми і внутрішніми просторовими та часовими зв'язками інваріантно-змінений аспект ландшафтних систем, коли простежується найбільша відповідність її соціально-економічних функцій природно-ресурсному потенціалу (Гетьман, 2001);
- вісь симетрії біосистеми, її центр ваги, точка рівноваги й переключення сил, нульова точка відрахунку, максимум швидкості процесу. Оптимум – це такий стан, коли мінімальні зміни маси або часу

призводять до максимальних змін енергообміну, тобто оптимум – фазовий перехід біосистем (Межжерин, 2004);

- максимально оптимальний стан системи, який характеризується максимальними зв'язками з усіма оптимізувальними чинниками. При цьому системи мають певну індивідуальну зону оптимуму у вигляді діапазону коливань екологічного чинника, у межах котрого максимально проявляються життєві функції організмів, популяцій, природних територіальних систем. Його також інколи розуміють як додатну силу впливу екологічного чинника (Петлін, 2016г).

Щодо саме екологічного оптимуму, то це:

- стан речовинно-енергетичних та інформаційних зв'язків певної природної території зі своїм ландшафтним оточенням, за яких останні мають найбільш оптимальні умови для реалізації власної еволюційної програми;
- умови, за яких певна природна територіальна система має переваги над іншими, пов'язаними з нею відповідними системоформувальними потоками;
- умови, за яких певний вид природних територіальних систем має найоптимальніші умови для існування й збільшення своєї чисельності.

Виникнення екологічного оптимуму в територіальних системах забезпечується спрямованим стабілізуювальним впливом їхніх інваріантів. Отже, стан системного оптимуму закладений у властивостях системних інваріантів, до якого вони постійно намагаються наблизити відповідне територіальне утворення.

Розвиток природних територіальних систем реалізується через проходження ними певних фаз (від грец. *φάσις* – поява). Їх розуміють як:

- аспект появи або стану певного об'єкта чи явища, які виникають знову, якщо об'єкт або явище циклічно проходять через різні засоби існування або стану (Ляпунов, 1972);
- стадію в розвитку явища, процесу тощо (Словник іншомовних слів, 1975);
- однорідну частину системи, відокремлену від інших частин фізичними межами. Різні фази, які утворюють певну систему, є її складовими частинами, а речовини (мінімальна кількість речовин), із яких можна утворити всі фази (складові частини) цієї системи – це її компоненти (Шипунов, 1980);
- у теорії коливань – величину, що характеризує стан коливального процесу в якийсь момент (Лопушанский, 2003);
- сукупність усіх частин системи, однакових за складом і фізичними та хімічними властивостями (незалежних від кількості речовини) й обмежених від інших частин системи деякою поверхнею (поверхня поділу) (Системні дослідження навколишнього середовища, 2019).

Щодо саме екологічних фаз – це:

- певний період рівноваги в процесі екологічного розвитку (Грин-жевський, Єрко, Пекарський, 2002);
- певний період (наприклад зародження, клімакс) у процесі розвитку або еволюції природної територіальної системи (Петлін, 2016 б).

Оскільки фаза – це не лише стан рівноваги територіального утворення, а й будь-який стан його мінливості в розвитку, то вона може бути як закономірно-програмованим явищем, так і наслідком дії флуктуаційних процесів. В обох випадках фази перебувають у межах інваріантно означеного коридору дозволених мінливостей, а тому характеризуються інваріантно підтримувальною стабільністю.

Інваріантна основа екологічних процесів і явищ у територіальних системах надає результатним системним станам просторово-часової надійності. Саме поняття «надійність» характеризують як:

- ширше, ніж поняття «стійкість», оскільки останнє є певним випадком першого (Системы надежности..., 1977);
- спроможність природних територіальних систем протистояти дестабілізувальним факторам і функціонувати без різких змін структури (Крауклис, 1979);
- збереження структури системи, незважаючи на втрату окремих її елементів за допомогою їх заміни й (або) дублювання (Флейшман, 1982);
- здатність природних і природно-технічних систем на конкретному етапі соціально-економічного розвитку виконувати суспільно-соціальні функції (головні з них: виробничі, оздоровчі, естетичні, оборонні, наукові) (Дьяконов, 1979);
- спроможність територіальних систем виконувати соціальні функції в заданий проміжок часу (Преображенский, 1980);
- спроможність систем нескінченно функціонувати... без різких змін структури й функцій (Реймерс, 1980);
- стійкість природно-антропогенних систем, коли вона може бути виміряна середньою або очікуваною протяжністю виконання своїх соціальних функцій (забезпечення врожаєм, питною водою тощо) (Арманд, 1992);
- особлива властивість ландшафтно-технічних систем, яка характеризує їх якість, характер перетворення, здатність забезпечувати нормальне природне функціонування й виконання соціальних функцій у заданих межах (Шищенко, 1999);
- властивість системи зберігати впродовж певного проміжку часу значення параметрів, які характеризують функціонування системи (Дистель, 2002);

- міра спроможності виконувати чи посилювати об'єктами моделювання бажані екопозитивні або обмежувати чи ліквідовувати обрані еконегативні природно-соціально-економічні функції антропогенних систем, орієнтуючись на оптимальний режим функціонування підсистем та обов'язково дотримуючись умов стійкості зазначених модельних об'єктів (Самойленко, Верес, 2007);
- функціонування системи в разі виходу з ладу одного з її компонентів, збереження проектних значень параметрів системи впродовж запланованого періоду (Влах, Котик, 2019).

Екологічна надійність є здатністю екосистеми безвідмовно виконувати енергопродукційну роботу, самовідновлюватися й саморегулюватися в межах певних, притаманних їй коливань факторів протягом сукцесійного або еволюційного періоду її існування (Гринжевський, Єрко, Пекарський, 2002; Мусієнко та ін., 2004). Контроль за екологічною надійністю територіальних систем належить сукупності внутрішньої та міжсистемним інваріантам. Саме вони, підтримуючи просторово-функціональну системну стабільність, формують організаційну надійність територіальних утворень, а також забезпечують їх цільовий інваріантно обмежений розвиток. Як наслідок, екологічна стабільність полягає в спроможності природних територіальних систем і їхніх окремих частин протистояти деструктивним змінам, тобто зберігати свою структуру й функціональні особливості завдяки механізмам саморегуляції.

Для врівноваженого існування екологічних процесів і явищ у територіальних утвореннях повинні відповідати вимогам сумісності. Загалом, поняття «сумісність» сприймають як:

- властивість за значенням «суміжність» (Вигнер, 1971);
- виявлення спільності елементів (систем, комплексів) за будь-якими властивостями, параметрами або за суттю, тобто сумісність є такою спільністю об'єктів, у деяких властивостях або за сутністю, яка забезпечує можливість їх взаємодії (Сетров, 1971).

Екологічну сумісність біотичних утворень розуміють як здатність популяцій двох або кількох видів жити в межах однієї або дуже близьких екологічних ніш (Гринжевський, Єрко, Пекарський, 2002). Щодо природних територіальних систем, то їх екологічна сумісність є властивістю, яка забезпечує внутрісистемним утворенням можливість спільного організаційного розвитку як єдиної цілісної системи. Така сумісність обов'язково повинна бути постійно контрольованою й, за необхідності, корегованою. Ця функція належить системним інваріантам, які забезпечують сумісність властивістю стабільності.

Екологічні взаємодії територіальних утворень із середовищем призводять також до виникнення в них явища толерантності (від лат. *tolerantia* – терпіння). Це поняття, яке сприймають як:

- спроможність систем не відчувати зовнішніх впливів (Mussell, Malone, 1979);
- адаптованість ландшафтних систем до певних умов середовища (Преображенский, 1980);
- діапазон різних фізичних факторів існування геосистем і їхніх станів (режимів), який описується через інтегральні показники – біологічні, біокосні й фізико-хімічні (Дьяконов, 1991);
- стійкість ландшафтних систем проти дії чинників середовища (Гродзинський, 1993);
- спроможність сприймати ті чи інші шкідливі параметри навколишнього середовища (Мельник, 2005).

Під дією екологічних чинників у системах виникає своєрідна зона толерантності як діапазон дії екологічного чинника, у межах якого можливе існування певної природної територіальної системи. Зона толерантності обмежена граничними мінімальними й максимальними значеннями чинника (Мусієнко, Серебряков, Брайон, 2002). Із позицій інваріантної організованості природних систем зона толерантності є зоною впливу міжсистемних інваріантів, які формують за нею контроль і спроможні здійснювати корегувальні функції задля забезпечення підконтрольному простору стабільного розвитку. Отже, інваріантна зона толерантності є стійким зовнішнім щодо певних систем інформаційним утворенням, яке характеризується пришвидшеним реагуванням на будь-які деструктивні зовнішні чинники, а тому відповідає оптимальним вимогам збереження системно-організаційного розвитку.

Як і будь-яке природне явище, сукупність екологічних процесів і явищ у природних територіальних системах характеризується нелінійністю. Це основа, можливість, засіб розгортання територіальної системи, репрезентована певною формою її динаміки або еволюції, котра характеризується неоднозначністю, невизначеністю, багатоваріантністю шляхів емерджентного розвитку, має коливальний характер, залежить від стану системи й властивостей середовища, причому результат суми впливів на систему не дорівнює сумі результатів цих впливів (Петлін, 2016 а). Відповідно, нелінійними є також системні інваріанти. Ця нелінійність полягає у відсутності абсолютної прогнозованості контрольованої інваріантами мінливості територіальних систем, а також нелінійності екологічних впливів, процесів і явищ, що створює нелінійні ефекти в реакції на них системних інваріантів. Тобто існує нелінійне середовище територіальних систем, яке продукує нелінійні явища в пов'язаних із ним системних територіальних утвореннях. Загалом поняття «нелінійне середовище» трактують як таке середовище, процеси в якому описуються нелінійними рівняннями. Ці рівняння описують процеси, що розвиваються в часі та в просторі. Нелінійне середовище здатне еволюціонувати різними шляхами й

містить у собі біфуркації (Князева, Курдюмов, 2005), що супроводжується сукупністю різноманітних нелінійностей уже на рівні інваріантної організованості територіальних систем.

Усі екологічні явища, процеси та зв'язки підпорядковані певним екологічним залежностям. Загалом, це явище досить жорсткого зв'язку між чинниками компонентів, структур і самими системами та їхнім навколишнім середовищем, за якого відбувається їх спрямована зміна залежно від керівного імпульсу, контрольованого спільною дією внутрі- й міжсистемних інваріантів. Така залежність завжди відображає причинно-наслідковий зв'язок між структурними складовими організаційного цілого, а також характер цього зв'язку. Вони завжди конкретні, не можуть бути узагальнені для об'єктів природи й суспільства загалом, характерні для великих груп організаційних систем (Петлін, 2018).

30. ІНВАРІАНТИ ТА ЕНТРОПІЙНО-ІНФОРМАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Ентропія (від грец. *έν* – всередині) – одна з найбільш обговорюваних у науковій літературі властивостей природи. Її сприймають як:

- термодинамічну функцію стану S , приріст якої в термодинамічному процесі характеризує зростання тієї частини енергії природної системи, яка не здатна бути перетворена в роботу (Бриллюэн, 1960);
- міру недостатності інформації (Бриллюэн, 1960);
- показник, який свідчить про незворотність процесів і станів у системі. Вона характеризується такими властивостями (Волькенштейн, 1986): є екстенсивною величиною (залежить від маси та об'єму системи), тому сумарна ентропія двох систем додається; ентропія є функцією стану системи, її зміна не залежить від способу переходу з кінцевого стану в початковий: у самочинних процесах, які протікають в ізольованій системі, ентропія зростає ($\Delta S > 0$), а у зворотних рівноважних – вона незмінна ($\Delta S = 0$), тобто спостерігаємо ізоентропійність – незмінність ентропії; ізоентропійні п р о ц е с и – зміна стану фізичної системи, коли не змінюється її ентропія;
- функціональний стан системи, що означає втрату придатної до використання нею енергії (у самоплинних процесах – наближення до хаосу) (Гнатів, Хірівський, 2010);
- міру кількості зв'язаної енергії, яка стає недоступною для використання. Цей термін застосовують як міру визначення впорядкованості, котра відбувається за деградації енергії (Некос В, Некос А., Сафранов, 2010);
- міру впорядкування та інформативності системи (Краснянский, 2013);
- міру відхилення об'єкта, який розглядають (системи, процесу) від певного еталонного стану. Тобто міру невизначеності (розпорошення) щодо прийнятого критерію (мети) (Каньгин, 2017);
- енергію, яка не може бути перетворена на роботу, міру інформації, показник незворотності процесів, міру впорядкованості системи. Тобто це енергетичний показник, що свідчить про незворотність станів системи, її впорядкованості й, оскільки не може бути перетворений на роботу, не належить до керівних (Петлін, 2019);
- інформацію, що міститься у фізичній системі, невидимій для нас (Ллойд, 2019);
- науковий спосіб визначення невпорядкованості чи випадковості системи (Шон Керролл, 2019).

Наявність і зростання ентропії в природних територіальних системах чітко пов'язані зі зростанням їх внутрішнього різноманіття, що є наслідком

внутрішньої системної мінливості. Незважаючи на те, що зростання ентропії реалізується в межах наявного коридору дозволеної інваріантної обмеженості, це явище поступово підводить системи до динамічних та еволюційних перетворень і, врешті-решт – до якісної зміни, тобто руйнування й виникнення на їх місці інших системних утворень зі значно нижчим рівнем ентропії.

Щодо безпосередньо ентропії географо-геологічної, то її сприймають як функцію стану відповідних геосистем. Такого типу «надтермодинамічні» ентропії – географо-геологічні та біологічні – є організаційними за сутністю (їх зростання означає структурну деградацію) та саме їм відповідає однорангове поняття негентропії – від'ємної структурної ентропії (Круть, 1978).

Поняття «негентропія» трактують як:

- енергію, що накопичується в природних системах у процесі поглинання ними речовини й енергії зовні, унаслідок цього формується маса систем. Накопичення негентропії – основна умова розвитку фізико-географічних процесів;
- міру віддаленості від стану енергетичної рівноваги між елементами (підсистемами) в замкнутій системі (Сетров, 1975);
- міру організованості, потенційну міру передбачуваності майбутнього системи, кількісну характеристику можливості екстраполяції стану (поведінки) системи (Дружинин, Конторов, 1976);
- від'ємну структурну ентропію (Круть, 1978);
- обсяг інформації системи або міру впорядкованості системи (Основи стійкого розвитку, 2005);
- негентропію помилково уявляють у вигляді ентропії з мінусовим знаком. Негентропія дійсно вимірюється в тих самих одиницях, що й ентропія (наприклад у бітах), напрям її дії протилежний ентропії, і підвищення негентропії викликає таке саме зменшення ентропії. Незважаючи на це, негентропія й ентропія змінюються в системі за різними самостійними закономірностями і їх абсолютні значення мало залежать один від одного (Качала, 2007);
- енергію, контролюючи стан віддаленості природних систем від стану рівноваги й водночас міру організованості та впорядкованості (Петлін, 2017);
- міру того, як далеко система перебуває від своєї максимально можливої ентропії (Ллойд, 2019).

Отже, негентропія – це енергодинамічний рушій у територіальних системах. Саме тому він потребує обмежень в інтенсивності. Такі обмеження вибудовують внутрісистемні інваріанти з метою недопущення перетворення наслідків негентропійних явищ на хаос. З іншого боку, певним обмеженням є наявність ентропії в системах як урівноважувальний

чинник, величина якої також певним чином контролюється системним інваріантом.

Загалом ентропія будь-якої природної системи є мірою її неупорядкованості або це кількість енергії, недоступної для використання. Чим більший показник ентропії, тим менш стійка система в просторі та часі (Петлін, 2016в). Зростання ентропії залежить від амплітуди коливань мінливості системи. Тут амплітуда не лише величина максимального відхилення параметрів системи від її середнього рівня (Кубатко, 2017), а й набуття системою, її компонентами та структурними складовими нових кількісних значень в інваріантно контрольованих межах. Чим вищі показники амплітуди мінливості, тим більша кількість приросту в системі ентропії. Постає запитання: до якої міри ентропія спроможна зростати в територіальних системах? Така межа суто для систем індивідуальна й визначається можливістю їхніх внутрішніх інваріантів зберігати системну структуру в стабільному стані. При цьому, оскільки врівноважувальні негентропійні явища залежать від кількості вільної енергії, що надходить до системи, де така енергія є енергетичним потенціалом системи, що характеризує її здатність виконувати роботу, а в загальному вигляді вільна енергія може бути представлена різницею внутрішньої енергії системи та енергією, що незворотно втрачається, де це явище, здійснене системою в будь-якому процесі, а робота визначається втратою вільної енергії (Основи стійкого розвитку, 2005), то таке явище залежить від активності міжсистемних інваріантів, які спроможні ситуаційно як активізувати, так і загальмувати міжсистемний обмін вільною енергією.

Існує поняття узагальненої ентропії, яка характеризується як фактична або реальна невизначеність системи..., надає загальні властивості щодо неупорядкованості або невизначеності, хаосу й порядку в системі (Системні дослідження навколишнього середовища, 2019). Така ентропія є усукупненою ентропією всіх структур територіальних систем. Оскільки ці функціональні структури залежать від сукупності міжсистемних інваріантів (контролюються впливом поєднаних територіальних систем), то саме вони контролюють накопичення у відповідних функціональних структурах ентропії. Водночас, завдяки дії стабілізуювальних механізмів, під контролем сукупності міжсистемних інваріантів відбувається в тих самих структурах накопичення негентропії, яка певним чином врівноважує ентропію.

Якщо ентропія – енергетичний показник (швидше термодинамічний), а системні інваріанти інформаційний, то чи стосуються ентропійні явища інформаційних утворень? Стосуються, оскільки існує явище інформаційної ентропії. Його сприймають як:

- міру невизначеності поширення інформації, зміст якої полягає в тому, що чим більшими є інформаційні втрати за системної обробки діючих

випромінювань середовища, тим більше зростає величина безладу системи (Прангишвили, 2003);

- невизначеність інформації, тобто знань про певну інформаційну систему. Відомо, що збігання за видом формул для ентропії та інформації стало основою для тверджень, що ентропія – це інформація, якої не вистачає для характеристики стану системи (Петлін, 2016 б).

Було навіть запропоновано використовувати термін «негентропія» як тотожної зв'язаної інформації про стан системи. При цьому негентропія не від'ємна ентропія, або антиентропія, як інколи помилково вважають. Відмінність у масштабах ентропії та інформації пов'язана з їхньою принциповою відмінністю: ентропія – це міра множини тих станів системи, про які система повинна «забути», а інформація – це міра тих станів, про які система повинна пам'ятати. Таке своєрідне визначення ентропії та інформації насамперед свідчить про те, що обидва стосуються станів територіальних систем, а отже, і контрольних явищ, які їх стабілізують, тобто інваріантів. Інваріантний контроль за системними станами є водночас і контролем за виникненням та розвитком у них ентропійних й інформаційних процесів. Наявність спільного контрольного блоку надає ентропії та інформації в системах узгодженості не лише у виникненні, а й в організаційному розвитку систем. Накопичення в структурах різної кількості ентропії приводить до підвищення різноманіття міжструктурних зв'язків, а це вже інформаційний показник. Таке явище перебуває під невинним контролем із боку внутрісистемного інваріанта, який або прискорює, або гальмує цей процес.

Існує ефект інформаційного розхитування системи. Він полягає в наявності в природних територіальних системах постійно мінливого інформаційного поля, складовими частинами якого є різноманітні інформаційні шуми, що створюють коливальний (розхитувальний) інформаційний ефект, що забезпечує системі стійке перебування в інформаційному середовищі шляхом створення для неї величезної кількості можливих інформаційних реакцій (Петлін, 2008). Оскільки поняття «інформаційний шум» це важливий для територіальних систем фактор, який завдяки ефекту інформаційного розхитування системи, сприяє знаходженню системою оптимальних шляхів розвитку через «безболісні» спроби й відповідні відступи, то виникає питання чи ентропія бере в такому ефекті участь. Наявність у структурних складових територіальних систем та їх компонентної наповненості ентропії приводить до появи ефекту ентропійного гальмування дії інформаційного шуму. Отже, ефект інформаційного розхитування характеризується різною інтенсивністю проявів між структурно-функціональними складовими територіальних утворень. Та така внутрісистемна просторова неоднорідність дії інформаційно-ентропійних ефектів контролюється внутрісистемними інваріантами. Саме вони забезпечують не лише відповідну

структурно-функціональну неоднорідність (різноманіття), а й надають цьому явищу необхідної просторово-часової стабільності.

Загалом, структурна ентропія є мірою неупорядкованості будови системи (Системні дослідження навколишнього середовища, 2019). Тут діє два протилежно спрямованих процеси. З одного боку, наявна ентропія гальмує внутріструктурні процеси й призводить до виникнення в них неупорядкованості, а з іншого – дія внутрісистемного інваріанта стабілізує процесні внутрі- та міжсистемні явища й, за необхідності, активізує їх, тобто характеризується антиентропійною функцією.

Та дія ентропії в організованості природних територіальних систем далеко не обмежується гальмуванням внутрісистемних процесів і явищ, вона також впливає на кількість можливих перестановок елементів фізичної системи. Як наслідок, виникає ентропія, за якої її загальний вигляд не змінюється (Брайн Грін, 2011). Такий вид ентропії корисно враховувати, досліджуючи структурно-функціональну мобільність природних систем. Отже, ентропія в структурах територіальних систем має властивість самообмеженості до зростання. Виникає протилежна ентропійна дуальність: з одного боку, унаслідок системних мінливостей та ентропійно-структурного перерозподілу, контрольованого внутрісистемними інваріантами, відбувається зростання ентропії в структурно-функціональних складових систем, а з іншого – завдяки ентропійному самообмеженню до структурного зростання цей процес самогальмується. Результатним явищем є своєрідний ентропійний структурно-функціональний баланс. Таке явище, завдяки стабілізувальним функціям внутрісистемних інваріантів набуває стійких тенденцій.

Отже, маємо підставу вважати, що, незважаючи на інерційність ентропії (це енергія, яка не може бути перетворена на роботу), вона має певні упорядкувальні функції. Вважають, що ентропія в такій функції є відображенням тієї частини енергії системи, яка деградувала, тобто рівномірно розсіялася у вигляді тепла. Отже, чим менше порядку в системі, тобто чим менші градієнти енергії, тим більша її ентропія (Опритов, 1999). Щодо природних територіальних систем тут повторюється та сама помилка. Витрата енергії на тепло в таких утвореннях не належить до її деградації. Тобто чим більше енергії в системі розсіюється у вигляді тепла, тим більшим стає потенціал можливого розвитку системи та її складових. У такому розумінні ентропія може сприйматися як міра впорядкування системи. Явище ентропійної впорядкованості на фоні ентропійної процесної інертності підтримується загальносистемним інваріантним стабілізувальним тиском і тому постійно реалізується, залишаючись ентропійно формувальним.

Водночас ентропія є мірою невизначеності стану будь-якої впорядкованої фізичної системи. Ентропія поведінки будь-якої системи, включаючи

живі й неживі об'єкти та їхні функції, є саме такої форми, яка пов'язана з невизначеністю стану системи. Ця ентропійна функція знаходить в останній час найбільше поширення в дослідженнях як живих, так і неживих об'єктів і процесів (Петлін, 2016в). Подібна функція ентропії характеризується організаційно-дестабілізуючими проявами, що аж ніяк не сприяє самій організованості територіальних систем, Протилежно спрямовані процеси на організаційну дестабілізацію й інваріантно-стабілізаційні функції лише надають системам організаційної стійкості, оскільки тут діє відома залежність: те, що абсолютно стабільне, не може бути стійким.

Наближені ентропійні ефекти спостерігаються й у поведінці природних територіальних систем. Тут роль ентропії полягає у невизначеності системної поведінки. Така невизначеність будь-якої не зовсім упорядкованої системи, до макроскопічних сукупностей включно, повинна враховуватись у разі будь-яких досліджень природних систем або за їх функціонального аналізу. Вона виникає, тому що поведінку будь-якої системи в повному об'ємі неможливо ні охарактеризувати, ні передбачити. Така невизначеність здебільшого виникає через існування численних ступенів свободи дії в компонентних і структурних складових природних систем та в них самих як функціонально цілісних утвореннях (Петлін, 2016в). У таких ентропійно-процесних явищах знову-таки контрольно-корегувальні функції належать сукупності внутрі- й міжсистемним інваріантам, які спрямовано стабілізують такі явища на фоні загальних організаційно-системних стабілізуювальних процесів.

Проаналізовані широкі ентропійно-інваріантні процеси, зв'язки і явища характеризуються залежністю від певної сукупності закономірностей, що мають організаційно-системну спрямованість. До таких, наприклад, належить закон максимізації енергії та інформації, сформульований Г. і Ю. Одумами та доповнений М. Реймерсом. Він має такі трактування:

- найкращими шансами на самозбереження володіє система, яка найбільшою мірою співдіє поступленню, виробленню та ефективному використанню енергії й інформації; максимальне надходження речовини як такої не гарантує системі успіху в конкурентній боротьбі з іншими аналогічними системами. Із цією метою система: 1) утворює накопичувачі високоякісної енергії; 2) витрачає накопичену енергію на забезпечення надходження нової енергії; 3) забезпечує колообіг різних речовин; 4) утворює механізми регулювання, які підтримують стійкість системи і її здатність пристосовуватися до мінливих умов; 5) налагоджує з іншими системами обмін, який потрібний для забезпечення потреб в енергії спеціальних видів (Одум Г., Одум Э., 1976; Реймерс, 1994);
- задля забезпечення закону система: 1) створює накопичувачі (сховища) високоякісної енергії; 2) витрачає накопичену енергію на

збереження надходження нової енергії; 3) забезпечує кругообіг різних речовин; 4) створює механізми регулювання, що підтримують стійкість системи і її здатність пристосовуватися до умов, що змінюються; 5) налагоджує обмін з іншими системами, необхідний для забезпечення потреби в енергії спеціальних видів (Одум, 1986). Із цим законом перегукуються правило основного обміну, принцип стабільності, правило ймовірності великих реакцій систем у відповідь на малі збурення.

Оскільки закон максимізації енергії та інформації, який діє в природних системах, належить до енергетичних (тобто має термодинамічні функції), то тут певну роль відіграє системна ентропія. Зазначені в законі енергетичні явища належать до негентропійних, оскільки є активними. Водночас наявність у системах ентропії відіграє гальмівну щодо них роль. Тут утручаються внутрісистемні інваріанти, які, використовуючи накопичену в структурно-функціональних складових систем ентропію, обмежують дію негентропійної активної енергії й таким чином забезпечують як системам, так і поєднаним міжсистемним утворенням просторово-часову стабільність.

Ентропійно-негентропійна збалансованість у природних територіальних системах є відображенням закономірності збалансованості кількості ентропії та негентропії в системних утвореннях. Відповідно до неї, у стаціонарних системах співвідношення негентропії та ентропії – величина, наближена до сталої (Петлін, 2013). Тут стаціонарні системи розглядаються як такі, у яких кількість речовини на вході наближена до її кількості на виході. Більше того, вимога стаціонарності поширюється на всі елементи, за якими система неперевантажена (Жилин, 2006). Тобто нестаціонарні системи в процесі розвитку невтримно прагнуть до встановлення квазарівноваги, але, завдяки деструктивним, флуктуаційним, зокрема закономірним, процесам, їм це не вдається. Збалансованість ентропійних та негентропійних явищ і процесів у територіальних системах потребує постійної підтримки з боку фонових керівних механізмів. Оскільки вони належать внутрі- й міжсистемним інваріантам, то саме інваріанти надають просторово-часовій стабільності дії закономірності, збалансованості кількості ентропії та негентропії в територіальних утвореннях.

Нерівномірність накопичення ентропії в структурно-функціональних складових природних територіальних систем відображає закономірність зростання ентропії в межах стійких центрів природних систем. Відповідно до неї, у територіальних системах ентропія стійкого центру завжди вища, ніж в інших структурно-функціональних складових і з часом ця відмінність має тенденцію до зростання (Петлін, 2016в). Це явище контролює сукупність міжсистемних інваріантів. Своєю активністю вони активізують надходження до структурних складових зовнішнього (щодо стійкого центру) оточення вільної негентропійної енергії й таким чином нейтралізують

певну частку ентропії в них. Це практично не відбувається в межах структури стійкого центру систем. Саме тому в ньому ентропія має умови для зростання. Ураховуючи те, що саме структура стійкого центру є відображенням інваріантних властивостей систем, системні інваріанти перебувають під постійним тиском із боку накопичення ентропії. Це приводить до необхідності внутрішніх інваріантів «здійснювати запит» до сукупності міжсистемних інваріантів дотичних територіальних систем щодо активізації надходження вільної енергії у вигляді негентропійних явищ. Отже, у територіальних системах відбуваються безперервні ентропійно-негентропійні процеси, які їх стабілізують саме на ентропійно-негентропійному рівні.

Подібні явища мають відображення в мінливості станів природних територіальних систем. Оскільки такі стани і їх мінливості, контрольовані з боку інваріантних властивостей на інформаційному рівні, то це явище відображається в науковому факті взаємозалежності інформації та можливих станів системи. Він проголошує: щоб інформація в системі збільшувалась, імовірність можливих станів системи повинна зменшуватися. Це можливо за двох умов: по-перше, якщо зростатиме складність системи; по-друге, якщо система ставатиме більш динамічною, тобто залежатиме від більшої кількості змінних (причому випадкових) чинників (Основи стійкого розвитку, 2005). Зауважимо, що складність внутрішньої структури зв'язків у територіальних системах справді має тенденцію до стабільного зростання й при цьому системи стають більш динамічними. Такий процес постійно гальмується системними інваріантами, які намагаються стабілізувати динамічну системну активність. Та дія відповідної закономірності невпинна й система поступово виходить із-під дії її інваріанта та отримує якісний розвиток. При цьому ентропія в цьому місці стрибкоподібно зменшується (оскільки ліквідовані структурні складові, які її містили). У народжених нових системах негентропія значно переважає ентропійні прояви й завдяки еволюційній мінливості, у системах починається процес стабілізації, набуття системної зрілості й поступового старіння на фоні інваріантно контрольованих ентропійних та негентропійних явищ.

31. ІНВАРІАНТНІСТЬ ТА ГАРМОНІЗОВАНІСТЬ ОРГАНІЗОВАНІСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Поняття «гармонія» усе ширше входить до наукових праць. Стає аксіомою твердження, що гармонія перебуває в основі всієї світобудови. Загалом, гармонію сприймають як:

- «Божу пропорцію», за І. Кеплером; «золотий перетин» – за Леонардо да Вінчі; «золоту пропорцію» – за Арістотелем; узгоджувальний розвиток (*sustainable development*) для сучасників (Білоус, 2008);
- тимчасовий спокій, відносно стійкість, яка досягається в боротьбі, протистоянні заперечно-протилежних сил. Не може бути абсолютної переваги однієї з протилежностей, оскільки, абсолютна рівність й абсолютна нерівність є неприродними. «З різноманітності утворюється найпрекрасніша гармонія» (Гераклит, 1910);
- прояв структурної співрозмірності та співвіднесення частин, що утворюють цілісність, тобто поєднаних тим, чому вони належать (Гегель, 1929-1959);
- те, що приводить протилежності до єдності й створює все в космосі, є гармонією (піфагорійці за Ван дер Верден, 1959);
- гармонія – це єдність (Кеплер, 1971);
- пропорційність взаємних відношень частин у певному об'єкті, їх урівноваженість, узгодженість, яка призводить до виникнення стійкого цілого (Принцип симетрії, 1978);
- поєднання, злагодженість, взаємну відповідність якостей (предметів, явищ, частин цілого) (Великий тлум. словник, 2004);
- високий рівень впорядкованого різноманіття, досягнення враження цілісності ландшафту завдяки взаємовідповідності його частин і властивостей (Гродзинський, Савицька, 2005);
- співвідношення частин між собою та з цілим, узгодженість неузгодженого, поєднання різного, єдність багатообразного (Сороко, 2006);
- оскільки зв'язки різняться за інтенсивністю, то гармонія здатна розрізнятися за ступенем досконалості: спроможна в процесі розвитку цілого, яке складається з частин, проходити від одного рівня своєї інтенсивної виразності до іншого. Відповідно, при цьому відбувається зміна типу або характеру функціональних проявів системи, їх перехід з одного якісного рівня на інший, який більш відповідає досягнутому стану гармонії частин і цілого (Сороко, 2006);
- основну властивість буття, що відображається у відносній врівноваженості й взаємовідповідності заперечно-протилежних сил природи, єдності різноманітного, структурній співрозмірності цілісності,

співтворчості природних систем, задля досягнення єдиної мети збереження тієї самої гармонії (Петлін, 2008);

- таке співвідношення протилежних єдностей, коли вони найбільшою мірою відповідають одне іншому (Маца, 2008);
- атрибутивну властивість системно організованої матерії (Николаев, 2013).

Отже, гармонія пронизує всю організованість природних територіальних систем у їх розвитку й будь-якій мінливості. Поєднуючи протилежності, гармонійні властивості природних систем надають їм урівноваженості та внутрішньої узгодженості. Гармонія – динамічне явище, а тому може бути представлена як процес або явище. При цьому гармонійні властивості територіальних утворень перебувають під безперервним контролем із боку системних інваріантів, що дає змогу забезпечувати їх просторово-часову стабільність.

Гармонія як процес представлена гармонійно орієнтованим ланцюгом взаємопов'язаних, причинно зумовлених змін, які поєднують у собі сукупність речовинно-енергетичних потоків, що циркулюють у граничних умовах клімато-геоморфологічного каркасу територіальних систем. Це гармонійно організована обмінно-транзитна частина геосистеми, її мобілізаційна основа (Краукліс, 1979). Та оскільки безпосередньо процес – це набір станів системи, що відповідає впорядкованій неперервній або дискретній зміні деякого параметра, що визначає характеристики чи властивості системи, а здебільшого таким параметром є час (Катренко, 2013), то реалізуються гармонійні процеси у вигляді організаційних системних станів, що надає їм системної цілісності. Така цілісність є контрольованою й корегованою насамперед внутрісистемними інваріантами. Отже, гармонійні процеси в природних територіальних системах – це інваріантно контрольована сукупність процесних явищ, котрі забезпечують системам узгоджений організаційний розвиток.

Тут поняття «явище» сприймається як будь-який вияв змін, реакцій, перетворень тощо, що відбуваються в навколишньому природному середовищі систем, а також характеристики будь-якого предмета, які спостерігаються зовні і є рухомими й мінливими (Введение в философию, 1989). Щодо безпосередньо гармонії як явища, то її сприймають як сукупність гармонійно орієнтованих змін, реакцій, перетворень тощо, що відбуваються в природній територіальній системі під контролем міжсистемних інваріантів, що відображають вплив навколишнього середовища. Гармонійні явища завжди мінливі й характеризуються неначе зовнішньою спостереженістю, тобто це вираз зовнішньої сторони дійсності; водночас вони не можуть мати значну амплітуду мінливості, оскільки вимушено перебувають у межах індивідуального для кожної системи інваріантно-гармонійного коридору можливих змін (Петлін, 2019). Інваріантний контроль за системною

гармонійністю – це контроль за тотальною природно-територіальною узгодженістю на будь-якому рівні ієрархічної організованості.

Щодо територіальних утворень, то їх гармонію поділяють на внутрі- й зовнісистемну. Внутрісистемна гармонія – це внутрісистемна властивість, яка забезпечує функціональну врівноваженість і взаємовідповідність системним структурним складовим і таким чином надає змогу самій системі зберігати програмовану еволюцію (Петлін, 2008). При цьому під структурними складовими розуміють структурно-функціональні й структурно-компонентні утворення. Вони гармонійно взаємопов'язані, динамічні й контрольовані внутрісистемними інваріантами.

Безпосередньо структурна гармонія сприймається як певний оптимум, міра внутрішньої структурної різноманітності елементів системи, скорельованої з її функціональними особливостями та властивостями; гармонійність співвідношення частин загалом (Сороко, 2006). Тут потрібно зауважити, що, наприклад, компонентна гармонія сама характеризується структурною цілісністю, яка є складовою частиною структурної гармонійної цілісності територіальних систем. Така ієрархічна гармонізаційна будова глибинна за суттю та взаємопов'язана за функціями. Внутрісистемні інваріанти, контролюючи гармонійну мінливість територіальних систем, надають їй не просто стабільності, а й внутрісистемної динамічної узгодженості, що дає змогу різноманітним структурам функціонально-хаотично не розбігатись, а формувати єдину структурно-системну цілісність. Така інваріантно-гармонійна структурна цілісність виступає об'єктом міжсистемних цілісних взаємодій і взаємовідносин, формуючи гармонійні цілісності на більш високому ієрархічному рівні.

Щодо безпосередньо міжсистемної гармонії, то це властивість взаємодіючих територіальних систем перебувати у відносній функціональній урівноваженості й взаємовідповідності, що дає змогу більш високим ієрархічним територіальним структурам зберігати гармонізований стан (Петлін, 2008). Це гармонія дещо вищого рівня. Вона поєднує гармонійні властивості взаємодіючих цілісних територіальних систем і, отже, характеризується їхніми спільними ознаками. Тобто така гармонія є відображенням більш різноманітного природного утворення й тому має відповідне розмаїття. Значною мірою вона виконує контрольні та корегувальні функції щодо сукупності внутрісистемних гармоній. Для цього вона використовує міжсистемні інваріанти, які отримують «завдання» на інформаційному рівні. Явище стає ефективним, оскільки й самі міжсистемні інваріанти – інформаційні утворення.

Інформаційні взаємодії між гармонійними явищами та інваріантними належать до організаційних фоново-інформаційних, оскільки поширені в межах усієї ієрархічної будови ландшафтної сфери. Це взаємодії надшвид-

кого реагування, а тому належать до пріоритетних контрольо-корегувальних механізмів.

Найбільш поширеним видом гармонії в територіальних системах є гармонія функціональна. Її сприймають як взаємоузгодженість і синхронність функціонування структурних складових (Сороко, 2006). Тут мають на увазі не лише внутрісистемні, а й зовнісистемні структури, тобто весь спектр функціональних проявів у взаємодіючих системах. Така системно-фонова гармонія спрямовано регулює весь спектр організаційного розвитку природних територіальних систем оскільки належить до гармонії мінливостей. Їй підпорядковані найменші зміни в територіальних утвореннях, тобто функціональні. Це той гармонійний фундамент, від якого починаються і на який спираються вищі гармонійні мінливості. Функціональні гармонійні мінливості доволі жорстко прив'язані до внутрісистемного інваріантного коридору дозволених мінливостей, а тому є цілком інваріантно контрольованими. При цьому постійні функціональні відхилення від усередненої системної мінливості інваріантами лише відстежуються без корегувального втручання.

На рівні міжсистемних територіальних взаємодій виникає гармонія організаційно-взаємодіюча. Це явище, що виникає між взаємодіючими природними територіальними системами внаслідок наявності між ними сукупності речовинних, енергетичних та інформаційних зв'язків і характеризується стійкою організованістю цих зв'язків на фоні інваріантної мінливості станів систем. Завдяки існуванню такої гармонії, між взаємодіючими цілісними природними системами утворюється стійка організаційно зумовлена, ситуаційно мінлива паритетність і підпорядкованість (Петлін, 2016в). Перебуваючи під контролем сукупності міжсистемних інваріантів (їх кількість дорівнює кількості дотичних територіальних систем), організаційно-взаємодіюча гармонія забезпечує умови для узгодженого міжсистемного розвитку. Тут на перший план виходить узгоджена контрольована міжсистемними інваріантами міжсистемна мінливість. Оскільки сама мінливість зумовлена як впливом зовнішніх чинників, так і процесами саморозвитку (саморегулювання, самоорганізації); вона може розглядатися як здатність природних систем існувати в різних мінливих станах (Гавриленко, 2008). При цьому в їх основу покладено мінливість гармонійну. Це властивість природних територіальних систем, зумовлена спрямованим надходженням гармонійно зумовленої інформації з навколишнього середовища, а також гармонійної інформації, котра продукується самою системою, що використовується системою з метою збереження власної організації (Петлін, 2019). Така гармонійна інформація спрямовано, за допомогою міжсистемних інваріантів корегує мінливість як усіх складових так і самої цілісної системи. При цьому, якщо в системі спостерігають деструктивні збурення, гармонійна мінливість набуває компенсаційного

вигляду – це здатність систем за збурень так змінювати стан під дією гармонійної складової, щоби зменшити небезпеку порушення структури й функціонування відповідно до принципу Ле-Шательє, який свідчить, що якщо на систему, яка перебуває в рівновазі, вплинути, змінюючи будь-яку умову, що визначає цю рівновагу, то вона зміститься в тому напрямі, за якого ефект наявного впливу зменшиться. Це стає можливим за контрольованого впливу з боку міжсистемного контрольованого коридору дозволеної мінливості.

Щодо мінливості самої гармонійної складової організованості природних територіальних систем, то це явище контрольоване навколишнім середовищем і саморозвитком гармонійної складової, яке характеризується певною стохастичністю, набуттям нових ознак і станів, спрямованих на забезпечення адаптивного різноманіття як самої гармонійної складової, так і контрольованої нею центральної територіальної системи (Петлін, 2019). Мінливість самої гармонії може бути викликана ситуаційними змінами в контрольованих нею територіальних утвореннях, тобто появою нових умов, які потребують гармонійного організаційного втручання. Це явище відбувається за незмінних системних інваріантів, тобто в межах дозволеної ними мінливості.

Постає запитання: чи впливають гармонійні явища на самі керівні, а отже, контрольні процеси? Вони тут є одними з головних забезпечувальних механізмів. Гармонійно забезпечена організованість керівних процесів – це практично те саме, що й організованість організації, яка ґрунтується на впорядкованому розподілі функцій, тимчасовому закріпленні функцій за певними структурними рівнями або окремими внутрішніми групами цілісних територіальних систем. Тобто організованість керівних процесів спрямовано впливає на функції складних територіальних систем (Петлін, 2018). Отже, гармонійні явища разом з інваріантними належать до керівного підґрунтя організованості природних територіальних систем що забезпечує для них узгоджений цільовий розвиток.

Усезагальність проявів гармонійних явищ у всій ієрархізованій піраміді взаємодіючих територіальних систем супроводжується відповідними теоретичними узагальненнями у вигляді певних залежностей. Насамперед це гармонізаційна аксіома, яка свідчить, що континуально-дискретна будова географічної оболонки забезпечується існуванням гармонізаційних властивостей у її складових, які, використовуючи екологічні зв'язки, не лише функціонально пов'язують територіальні системи, а й забезпечують їх узгоджене співіснування (Петлін, 2008). Тут аксіоматичний гармонізаційний базис є відображенням фундаментальної гармонізаційної властивості всієї сукупності природних територіальних систем від локального до глобального й навіть планетарного рівнів організації природи, тобто це один з основних світоформувальних механізмів. Спирається він на наявні в

територіальних системах інваріантні механізми, створюючи з ними єдине керівне ціле.

Активна роль гармонії в ієрархічній організованості територіальних систем надає їй значних фонових властивостей. Загалом, поняття «ієрархія» (від грец. *hieros* – священний та *arche* – влада) сприймається як:

- упорядкованість компонентів за ступенем важливості (багатосхідчастість, багатоярусність). Ієрархії поділяють на сильні й слабкі (Гольшев, 2011);
- структурні співвідношення, за яких природні територіальні системи нижчих рівнів утворюють певну цілісність у рамках системи більш високого рівня (Петлін, 2013);
- структура з підпорядкованістю, тобто з нерівноправними зв'язками – дії в одному напрямі виявляють набагато більший вплив, аніж у зворотному (Катренко, 2013).

Отже, поняття «ієрархія» поєднує такі явища як упорядкованість, багатосхідчастість, багатоярусність, структурна співвіднесеність, цілісність, структурна підпорядкованість, неоднозначність тощо. Така складність проявів, які з'являються одночасно, на рівні гармонійної впорядкованості, обов'язково повинна бути контрольованою як у просторі, так і в часі. Контрольні функції тут належать сукупностям міжсистемних інваріантів, які не лише контролюють, а й підтримують ієрархічні утворення в стані гармонійності.

Щодо саме природних територіальних систем, то тут ієрархія водночас є структурною як складова природи вищих рівнів стосовно нижчих. Те, що для нижчих рівнів є структура-порядок, для вищого – безструктурний елемент хаосу, будівельний матеріал (Буданов, 2006). У цьому визначені переплутано дві структурні організації: структура територіальної системи й структура територіальних систем ієрархічна. Доволі сумнівно виглядає твердження, що для другої структури перша представлена хаосом. В ієрархічному ряді ця внутрішня структура територіальних систем не враховується, оскільки це лише порядковий номер. Якщо ж перейти на рівень функціонального аналізу й синтезу, то тут можливі доволі значні залежності. Гармонійність ієрархії територіальних систем є її структурним підвидом і тому відповідає всім її проявам та залежностям водночас із внутрі- й міжсистемним інваріантним контролем.

Гармонізаційно-ієрархічна аксіома свідчить, що наявні гармонізаційні відносини між природними територіальними системами мають ієрархічну будову. Складаються з гармонізаційних відносин систем нижчих рангів і водночас є структурними складовими гармонізаційних відносин систем вищих рангів. Так забезпечується стійка ієрархічна взаємопов'язана будова всього територіального світу (Петлін, 2008). Ієрархічна організація гармонізаційних відносин між природними територіальними системами є проявом

загальної ієрархічної організації матерії, тобто належить до всезагальних природних властивостей. При цьому така гармонізована ієрархічність природних систем завжди супроводжується інваріантним контролем, спрямованим на її розвиток.

На рівні системно територіальних узагальнень діє гармонізаційно-системна аксіома. Відповідно до неї, увесь світ гармонізаційних відносин територіальних систем системний, він характеризується цілісною просторово-часовою, ієрархічно складною структурою, яка на кожному організаційному рівні або навіть окремому територіальному утворенні не лише слугує поєднанню систем, а й вирізняється від середовища гармонізаційних відношень (Петлін, 2008). Системність усієї сукупності гармонізаційних відношень між будь-якими територіальними системами забезпечується ієрархічністю, паралельністю (ізоморфічністю), єдністю й водночас автономністю гармонізаційноформувальних механізмів, що надає всій глобальній гармонізаційній системі відношень цілісності. Контрольні інваріантно-гармонійні механізми, які притаманні гармонізаційносистемним явищам, оскільки характеризуються фоновістю, мають глибинну підтримку навіть на рівні ландшафтної сфери. Тобто вони контролюються ієрархізованою сукупністю міжсистемних взаємопов'язаних інваріантів.

Будь-які гармонізовані відносини між взаємодіючими територіальними системам функціонально узгоджені. Про це свідчить аксіома про єдність просторових гармонізаційних відношень (наближена до аксіоми про єдність просторових зв'язків, Сочава, 1978; Солнцев, 1981). Відповідно до неї, гармонізаційні відношення між взаємодіючими територіальними системами, які здатні забезпечити існування гармонізованого стану між ними, характеризуються просторовою єдністю, яка є організаційною основою просторової єдності територіальних систем будь-якого ієрархічного рівня. Тобто просторова організація гармонізаційних відношень територіальних систем є просторово наскрізною (Петлін, 2008). Така просторова організованість територіальних гармонізаційних відношень для забезпечення єдності повинна бути контрольована механізмами подібного рівня організованості. Такими є лише сукупності ієрархізованих міжсистемних інваріантів, які представляють усю сукупність взаємопов'язаних ієрархізованих природних територіальних систем.

Водночас абсолютного контролю, як і абсолютного підпорядкування між територіальними гармонізаційними відношеннями, не існує; вони завжди характеризуються певною автономністю. Аксіома функціональної автономності гармонізаційних відносин територіальних систем свідчить, що в межах будь-якої природної територіальної системи або між будь-якими взаємодіючими територіальними системами гармонізаційні відношення характеризуються певною автономністю, що забезпечує цим системам існування їхньої функціональної інваріантності. Відносна авто-

номність гармонізаційних відношень забезпечується відносною неповторністю самих територіальних утворень, що надає фоновому гармонізаційному механізму просторово-часових дискретних особливостей (Петлін, 2008). Постає запитання: чи характеризуються автономністю їхні контрольні інваріантні механізми? Безумовно. Будь-який внутрісистемний інваріант неповторний, а отже, його організованість і функціональні дії певним чином автономні.

Будь-яка гармонія має динамічну складову у вигляді гармонізації. Загалом це поняття сприймають як:

- сукупність заходів, спрямованих на поліпшення взаємозв'язку, співрозмірності й взаємоузгодженості, цілісності та впорядкованості структурних компонентів систем чи процесів, які в них відбуваються, без перебудови (реорганізації) самих систем (Голубець, 1994 б);
- узгоджену спільну взаємодію (функціонування, динаміку, розвиток) природних систем з метою забезпечення спільної стабільної програмованої еволюції (Петлін, 2019);
- узгодження наукових концепцій, методів і даних, які визначені незалежно одне від одного, для усунення конфліктності та надлишковості (Круглов, 2020).

Отже, гармонізація проникає в усі відділи системної організованості, узгоджуючи їх розвиток. Для цього вона повинна спиратися на певні контрольні механізми. Ними володіють внутрісистемні інваріанти, які не здійснюють тотального контролю, але регулюють мінливість системних частин в інваріантно визначеному коридорі дозволених мінливостей. Таким чином у територіальних утвореннях відбувається єдність інваріантно-гармонізаційно контрольованих і відночас автономних явищ.

На міжсистемному організаційному рівні діє гармонія організаційно-взаємодіюча. Це явище, яке виникає між взаємодіючими природними територіальними системами внаслідок наявності між ними сукупності речовинних, енергетичних та інформаційних зв'язків і яке характеризується стійкою організованістю цих зв'язків на фоні інваріантної мінливості станів систем. Завдяки існуванню такої гармонії між взаємодіючими цілісними природними системами утворюється стійка, організаційно зумовлена, ситуаційно мінлива паритетність і підпорядкованість (Петлін, 2016в). Тут поняття «паритетність» розуміємо як функціональну рівноцінність, яка характеризується цільовою функцією. Отже, організаційно-взаємодіюча гармонія засвідчує наявність внутрігармонійних контрольних функцій, які узгоджують різноманітні гармонійні явища в територіальних утвореннях і свідчать про наявність інваріантно-гармонійних процесів, тобто про наявність внутрігармонійних інваріантів. Такі інваріанти обов'язково мають міжсистемний характер та ієрархізовану організованість.

Притаманне гармонійній організованості територіальних систем і явище компенсації (англ. *compensation*) у вигляді реакції системи на порушення її життєдіяльності, за якої непошкоджені структури (компоненти) виконують функції пошкоджених (Словник української біологічної термінології, 2012). Реалізується явище компенсації за допомогою компенсаційних механізмів, які генетично вирівнюють і скеровані на повернення певної природної територіальної системи до вихідного стану, який діє як реакція на її збурення. Своєю чергою, компенсаційні механізми в територіальних утвореннях повинні бути керовані й спрямовані на відновлення інваріантно пошкодженого їхнього стану. Отже, вони інваріантно зумовлені. Безпосередньо ефект гармонійної компенсації є порушенням одного виду гармонії системи, що може спричинити підсилення інших її видів, а це загалом забезпечує на період гармонійної видової відновлюваності стабільність розвитку системи. Це свічить про існування загальної єдності видових гармоній, які, цілком ймовірно, становлять певну гармонійну цілісність (Петлін, 2019). Явище гармонійної компенсації підсилено контролюється з боку не лише гармонійно-стабілізувальних механізмів, а також на рівні сукупності внутрі- й міжсистемних інваріантів, що надає їм значної просторово-часової стабільності.

Сукупність різноманітних гармонійних явищ, процесів, зв'язків тощо, пов'язаних із законом усезагальної гармонізації та доцільності. Він свідчить, що все, що існує в природі, є згармонізованим на певному рівні ієрархічної будови й усе перебуває на своєму місці та в потрібний час, тобто будь-які наявні, минулі або майбутні природні ситуації серед усієї різноманітності природних територіальних систем є доцільними та гармонізованими на певному рівні територіальної організованості (Петлін, 2008). При цьому все це гармонійне різноманіття є контрольоване інваріантами територіальних утворень на будь-якому рівні їх ієрархічної організованості.

Усебічна узгодженість гармонізаційних явищ в організованості природних систем призводить до виникнення відповідного гармонійного оптимізування. Загалом, поняття «оптимізація» – це складний структурований процес, який ґрунтується на екологічній оцінці задля вибору найкращого варіанта контрольованої організації системи (Петлін, 2016г). Можна виділити відповідні закони оптимізації гармонізаційних відношень. Вони повинні мати такі складові:

- будь-які гармонізаційні відношення територіальних систем із найбільшою ефективністю функціонують у певних, характерних для них інтенсивностях речовинно-енергетичного та інформаційного обміну;
- жодні гармонізаційні відношення територіальних систем не можуть вийти за інваріантні межі певних гармонізаційноформульованих факторів;

- сукупність гармонізаційно-підтримувальних факторів завжди супроводжується факторами гармонізаційно-руйнівними, які сприяють виникненню якісно нових гармонізаційних відношень;
- жоден гармонізаційний зв'язок не може збільшувати або зменшувати свою різноманітність до нескінченності.

Висновками з цих гармонізаційних залежностей можуть бути такі положення:

- поряд з гармонійно організованими відношеннями в територіальних системах наявні дисгармонійні, які функціонально виходять за межі гармонійних, але перебувають у межах інваріантно визначеного коридору дозволеної мінливості;
- дисгармонійні відношення в територіальних утвореннях певним чином врівноважують дію гармонізаційних, що сприяє встановленню загальної системно-функціональної узгодженості;
- оскільки інваріантні властивості природних територіальних систем спрямовано стабілізують внутрісистемні явища та процеси, то гармонійні й дисгармонійні відношення характеризуються наближеним різноманіттям.

Сукупність гармонізаційних відносин у територіальних утвореннях значною мірою залежить від речовинно-енергетичного впливу дотичних систем, тобто від активності навколишнього функціонального середовища. При цьому будь-який екологічний (зовнішній) фактор має певні межі додатного або негативного впливу на гармонізовані відношення природних систем (Петлін, 2016в). Такий вплив обмежений і контролюється сукупністю міжсистемних інваріантів.

Характеризуються гармонійні відносини в територіальних системах і певною статичністю. Її сприймають як фундаментальну якість системи, яка належить до рівня її елементарної будови. Так, наприклад, у точках біфуркації або в стані нестійкості поблизу загострення флуктуації мають макроскопічну величину. Хаотичні процеси на мікрорівні, на рівні елементів, неначе «пробиваються» на макрорівень, на рівень системи й одержують значимість для системи загалом. Флуктуації вносять суттєвий елемент невизначеності, детермінують вибір одного певного напрямку еволюції з цілого спектра можливих напрямів (Князева, Курдюмов, 2005). Відповідно до залежності статичності гармонізаційних відношень, компонентна й структурна складові природних територіальних систем організаційно тісно пов'язані, що провокує виникнення ланцюгових реакцій змін; їх нейтралізація (гальмування або навіть унеможливлення) здійснюється завдяки просторово-часовій статичності гармонізаційних внутрі- та міжсистемних відношень (Петлін, 2016в). Ця залежність свідчить про саму наявність у компонентній і структурній організованості систем гармонізаційних відношень, які й здійснюють організаційно контрольний та

корегувальний ефекти. При цьому така наявність системами не набута – вона фонові, тобто завжди присутня. Для узгодженої організованості навіть статичних гармонізаційних відношень мінливість системи не повинна виходити за інваріантно визначені межі. Отже, і тут присутній безперервний інваріантний контроль, який надає гармонізованим, навіть статичним відношенням просторово-часової стабільності.

Щодо самих гармонізаційно стабілізаційних механізмів, то це сукупність спрямованих зв'язків і процесів, котрі визначають виникнення в системі та її середовищі, що розвиваються, змін, які спроможні привести стан системи і її середовища до квазігармонійного. Такі механізми явно використовують ефект зворотного зв'язку, за якого переважно застосовуються інформаційні явища й енергії високої якості (Петлін, 2019). Гармонійно стабілізаційні механізми накладаються на інваріантно стабілізаційні й утворюють гармонійно-інваріантне середовище, контрольоване відповідними стабілізаційними механізмами. Вони настільки тісно переплетені, що їх навіть важко виокремити за гармонійною або інваріантною приналежністю. Так, безпосередньо гармонійні механізми сприймають як гармонійно орієнтовану певну сукупність зв'язків і процедур, що контролюють та корегують наявні стани систем і їхній розвиток (саморозвиток). При цьому серед усіх інших провідна роль належить механізму гармонійного контролю гомеостазу системи, тобто її інваріантної сутності (Петлін, 2019).

Результатною дією гармонізаційних явищ у територіальних системах є виникнення в них певних станів. Поняття «стан» уперше щодо територіальних систем (зокрема ландшафтних) застосував у 1967 р. В. Б. Сочава як одне зі стійких положень структури системи в межах її інваріанта (Сочава, 1978). Щодо безпосередньо гармонійного стану системи, то його сприймають як узгодженість системи з собою та з навколишнім середовищем, коли протиріччя відходять на другий план, а функції зростають (Маца, 2008). Гармонійний стан будь-якої територіальної системи обов'язково характеризується прийнятною для неї просторово-часовою стійкістю, яка забезпечується єдністю протилежно спрямованих, але узгоджених процесів, котрі формують структурну співрозмірність системи, що репрезентує її цілісність на фоні узгоджувального розвитку. Стабільність такої стійкості забезпечується спрямованою дією внутрісистемного інваріанта, що не дає змоги вийти функціональним параметрам за встановлені ним межі мінливості. При цьому стан гармонійної складової природних територіальних систем представлений сукупністю гармонійних властивостей і процесів у певний проміжок часу, які забезпечують стійке положення системи в межах інваріанта, що характеризується співвідношенням гармонійно орієнтованих параметрів структури та функціонування. Це також не механічна сукупність станів гармонійних складових, а ємерджентна сукупність гармонійних

структурних властивостей, котрі мають інформаційну здатність бути переданими (Петлін, 2019).

Поряд із гармонійними станами територіальних утворень існують і дисгармонійні. У такому стані територіальні системи не просто розбалансовані – вони перебувають на значній віддалі від оптимального стану, характеризуються підвищеною нелінійністю, значною функціональною хаотичністю. Їх гармонійна складова обмежена в контрольних функціях, а тому залишається оптимально нереалізованою. Водночас тривалість перебування систем у дисгармонійному стані свідчить про те, що такий стан може певною мірою задовольняти їхнє функціональне середовище (дотичні територіальні системи). Таке явище нагадує стан хаотичної синхронізації, тобто ситуацію, за якої всі пов'язані підсистеми функціонують хаотично, але однаково синхронно (Дмитриев, 2001). Для того щоб дисгармонійний стан у територіальних системах існував значний час, він повинен відповідати вимогам внутрісистемної інваріантності, тобто перебувати у встановлених ним межах дозволеної мінливості. Це обмежує його функціональну активність і не дає йому змоги перейти до стану нерегульованого хаосу.

Наявність взаємопов'язаної сукупності в природних територіальних системах гармонійних явищ, процесів, станів формує в них своєрідний узагальнений гармонійний потенціал. Його сприймають як тісно взаємопов'язану конструкцію (сукупність) різноманітних (складових) гармонійних потенціалів, яка є гармонійним життєвим потенціалом будь-якого територіального утворення. Це багатфункційна гармонійна система, котра формується як індивідуальними гармонійними властивостями територіального утворення, так і його середовищем, і яка забезпечує системі та її функціональному оточенню як у спонтанному, так і в антропогенно навантаженому режимах гармонійне функціонування й еволюцію. Його загальні функції такі: функція забезпечення самого існування територіальних систем за допомогою контролю та корегування передачі імпульсу збудження між їхніми структурними складовими; функція забезпечення нормального еволюційного процесу в системах через контроль за існуванням запасу можливого ускладнення внутрісистемних гармонійно орієнтованих зв'язків; функція підтримання корегувально-контролюючого механізму в системах унаслідок наявності різниці в складності структури зв'язків та сукупності геофізичних параметрів; функція гальмування негативного впливу на систему за допомогою контролю за вибудовуванням нею різноскладноформованих внутрісистемних територіальних утворень бар'єрного типу; функція резистентна, яка дає змогу системі контролювати розпорошення, розкладання, самоочищення та, як наслідок, відновлення після природного або антропогенно спровокованого порушення; функція ресурсна, що контролює забезпечення людини різноманітними ресурсами без порушення інваріантних властивостей територіальних систем (Петлін,

2019). Такі ускладнені контрольні функції гармонійного потенціалу систем здатні бути реалізованими лише за стабільної підтримки сукупності внутрішньої міжсистемних інваріантів. Саме вони, накладаючи власні контрольні функції та механізми на контрольні функції гармонійних властивостей, надають їм змогу виконувати свої складні функції. При цьому реалізується принцип необхідності узгодження гармонійних функцій системи. Відповідно до нього, аби гармонійні функції не були суперечливі й не перетворювалися на дисфункції, вони повинні завжди бути спрямовані на підтримування більш загальних гармонійних функцій територіальної системи, де головною є гармонійна функція системної цілісності. Таке підтримування може здійснюватися навіть за певної втрати окремими гармонійними складовими своєї стійкості, яка в подальшому буде обов'язково відновлена дією самої гармонійної цілісності (Петлін, 2019).

Інваріантний контроль за реалізацією територіальними системами гармонійних функцій пояснює принцип оптимальності гармонізаційних відношень, який свідчить, що будь-які гармонізаційні відношення територіальних систем із найбільшою ефективністю функціонують у деяких інваріантно встановлених просторово-часових межах. Можливості таких відношень повинні відповідати їхнім функціям. Жодні гармонізаційні відношення не в змозі перевищити інваріантні межі інтенсивності масенергетичного та інформаційного міжсистемного й міжструктурного обміну, які забезпечують підтримання її енергетики (Петлін, 2008).

32. ІНВАРІАНТНО-ОБМЕЖУВАЛЬНІ ФЕНОМЕНИ ОРГАНІЗОВАНОСТІ ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Властивість обмежування завжди в природних системах супроводжується певними свободами різноманітних параметрів системи. Безпосередньо свободу системи трактують як:

- необхідну передумову розвитку. Свобода передбачає випадковість і невизначеність змін (Основи стійкого розвитку, 2005);
- можливість зміни станів (відсутність обмежень для мінливості системи). Ґрунтується на стохастичності (випадковості) й невизначеності (імовірності) змін. До певних меж ступінь свободи зростає з підвищенням рівня стохастичності та невизначеності можливих перетворень системи (Мельник, 2016).

Та свобода параметрів системи не просто випадковість і невизначеність їх мінливості, така мінливість завжди інваріантно контрольована тобто взята в певні інваріантні рамки. Отже, параметрична випадковість і невизначеність у мінливості відстежується з боку системної інваріантної цілісності й на цій основі, за необхідності, вмикаються обмежувально-стабілізаційні механізми. Вважають, що випадковість може бути двох типів. По-перше, невизначеність, хаос, неупорядкованість, пов'язані зі зростанням ентропії та наближенням ізольованої системи до рівноважного стану. У цьому випадку система – внутрішньовипадкова, тип імовірності – безперервний, тобто вона приймає будь-які проміжні значення від нуля до одиниці. Тут природа ймовірності об'єктивна – вона відображає не міру наших незнань про структуру, а внутрішню властивість системи. По-друге, стохастичність (випадковість, імовірність) у неізольованій системі може бути пов'язана з нестійкістю зовнішнього впливу. Вплив середовища змінюється за величиною й напрямом як у часі, так і в просторі. Якщо середовище стабільне – еволюція сповільнюється або припиняється. При цьому пізнавана випадковість значною мірою суб'єктивна (Соколов, 2002). Те, що в територіальних системах відбувається постійне структурно нерівномірне накопичення ентропії не зовсім свідчить про випадковість внутрішньої й міжструктурних мінливостей, оскільки ентропія процесно інертна – це енергія, яка не може бути перетворена на роботу. Вона лише здатна гальмувати структурну активність. При цьому завдяки стабілізуючій ролі внутрісистемних інваріантів відбувається своєрідне «підтягування» менш активних структур до рівня більш активних. Водночас у якості ентропійно врівноважувального механізму в системах відбувається накопичення негентропійних явищ і процесів, що контролює вже міжсистемна сукупність інваріантів від дотичних територіальних систем. Таку гальмівно-активовану

діяльність відображають стани територіальних утворень, які внаслідок таких процесів стабільно підвищують різноманіття внутрі- й міжструктурних зв'язків.

Щодо нестійкості зовнішнього впливу, то системи спроможні його компенсувати завдяки активації від певних дотичних систем. Це явище контролюють міжсистемні інваріанти й чим більша їх кількість (кількість дотичних територіальних систем), тим більш ефективно відбувається процес компенсації.

Будь-які природні територіальні системи, завдяки дії міжсистемних інваріантів, є ієрархізованими. Їх свобода полягає в наявності на фоні обов'язкових випадкових (стохастичних) змін як окремих індивідуальних територіальних систем, так і їх сукупностей у вигляді організаційних ієрархічних рівнів, значної невизначеності, що відображено у виникненні стохастичних (найчастіше – короткочасових) станів (Петлін, 2018), які належать до станів екологічної деформації. Вони характеризуються порушенням внутрішнього екологічно стабілізованого стану, виникненням неузгодженості між структурними складовими щодо виконання заданої програми. У системі починають накопичуватись хаотичні інформаційні сигнали (коди). Як наслідок, вона не здатна перейти шляхом біфуркаційних пошуків до одного з атракторів і найчастіше опиняється в полі притягання дивного атрактора (Петлін, 2013). За кращих сценаріїв розвитку такі стохастичні стани переходять до розряду збуджених (із турбулентністю). Це стан системи, за якого її стаціонарність порушується й вона починає «пошук» нового рівня гомеостазу, який відповідає її новим енергетичним можливостям; імпульс збудження може приходити до системи зовні або зароджується в ній самій (Мельник, 2005). Її нестійкість проявляється в підвищеній чутливості нелінійного середовища до малих флуктуацій, які підсилюються завдяки механізму нелінійного додатного зворотного зв'язку (Князева, Курдюмов, 2005). Ієрархізовані природні територіальні системи відзначаються сукупністю взаємопов'язаних багаторівневих міжсистемних інваріантів. На кожному рівні ієрархічної організованості відбуваються процеси, спрямовані на узгодження наявних міжсистемних інваріантів. При цьому процеси інваріантного узгодження діють і між нижчими й вищими ієрархічними рівнями. Як наслідок, виникає ієрархічне інваріантне поле обмежень, де обмеження на вищому рівні є пріоритетними для нижчого.

Рівень свободи в територіальних системах характеризується її ступенем, тобто це порівняльна величина, яка характеризує інтенсивність (активність) у ній процесів. Щодо безпосередньо ступеня свободи, то в сполученні з абсолютною потенцією до руху вона формує такі природні сутності, як матерія, простір, рух, закони природи (Мельник, 2012). Водночас ступінь свободи не буває абсолютною. Вона певним чином обмежена інваріантами систем. Тобто свобода й обмеження системні протилежності,

які створюють системну стабільність. Виділяють внутрішню й зовнішню свободи територіальних систем. Внутрішній ступінь свободи характеризує спроможність системи бути автономною, самодостатньою. Слово «свобода» тут означає здатність системи поводитися всупереч зовнішнім збуренням, примусам, маніпуляціям (Лук'янець, Кравченко, Озадовська та ін., 2004). Значною мірою внутрішній ступінь свободи природних територіальних систем є свободою структурно-функціональною та компонентною. Структурно-функціональний ступінь свободи характеризує довільну інтенсивність міжструктурних взаємодій, що значною мірою залежить від структурно-функціональних флуктуацій. Це внутрішні флуктуації, які спонтанно породжуються самою системою, намагаються бути незначними, за винятком випадку, коли система перебуває поблизу біфуркації або в області наявності декількох станів, які водночас стійкі (Пригожин, 2006). Тут роль внутрісистемного інваріанта зводиться до віддаленого обмеження внутрішньої свободи територіального утворення у вигляді побудови коридору дозволених мінливостей.

Щодо ступеня компонентної свободи (термін запропонований Ю. Г. Саушкіним та А. М. Смірновим у 1968 р.), то його сприймають як можливість зміни компонентів територіальної системи, яка не приводить до зміни інших компонентів у межах одного системного стану. Тут вступає в дію залежність нерівнозначності системних компонентів у вигляді принципу нерівнозначності взаємодіючих факторів. У його основу покладено закон Солнцева. І. С. Щукін, визнаючи значення провідного фактора, наприклад із метою фізико-географічного районування, вважає, що цей провідний фактор змінюється залежно від конкретних умов і буває різним щодо виділення меж одного таксономічного рангу. Пропагуючи рівнозначність взаємодіючих у ландшафтному комплексі компонентів, Ф. Н. Мільков розглядає поняття провідного фактора лише в якості методологічного засобу, який полегшує фізико-географічне районування... Урахування цих провідних елементів полегшує виявлення географічних комплексів, дає змогу виявити специфічні особливості інших, менш суттєвих елементів і процесів комплексу (Мільков, 1966). Загалом, принцип нерівнозначності взаємодіючих компонентів-факторів проголошує, що їх пріоритетність знижується в такій послідовності: найвпливовішими є фактори літогенної основи, далі за спадаючим впливом розміщені води, фактори атмосфери, біоти та тваринного світу. Кожен із цих компонентів-факторів характеризується індивідуальним відношенням до внутрісистемного інваріата. Оскільки такі компонентні складові інваріанта містять статичну й динамічну частини, то найбільш інваріантно-статичною є літогенна основа, а найбільш інваріантно-динамічними – біота й тваринний світ. Відповідно, інваріантно визначений коридор дозволених змін найвужчий у літогенної основи систем і найширший у біоти та тваринного світу.

Зовнішня свобода природних територіальних систем полягає у свободі дії на систему екологічних факторів (чинників). Тут також діє закон неоднозначної дії (фактора на різноманітні функції). Відповідно до нього, кожний екологічний фактор неоднаково впливає на різні функції системи; оптимум для одних процесів може бути песимумом для інших (Дедю, 1990). У такій ситуації контрольні дії міжсистемних інваріантів утруднені. Вони повинні бути декільковаріантними, а інколи – змінювати контрольні функції щодо екологічного (зовнішнього) фактора на протилежні. При цьому відбувається мінливість і в обмежувальних механізмах і градаціях. Тобто в цьому випадку інваріанти проявляють властивість пластичності у вигляді наявності в інваріантів кількох областей станів (Z_0) у рамках стабільного стану Z та його здатність переходити за дії фактора f з однієї такої області до інших, не залишаючи завдяки цьому стабільної області Z протягом часу Δt (Гродзинський, 1993). При цьому відбувається своєрідна пульсація інваріантно контрольованої зони обмежень для екологічних факторів. Це сприяє інваріантно контрольованій стабільності в межах взаємодіючих (дотичних) територіальних систем.

Щодо ступеня свободи природних територіальних систем як цілісних утворень, то це їхня властивість мати такі механізми, котрі забезпечують їм якісну індивідуальність у межах певного географічного простору та часу. Відповідна цілісна свобода систем може бути як суто системного, так і несистемного характеру. Системна цілісна свобода обов'язково характеризується наявністю емерджентної якості. Комплексна є спрощеною сукупністю елементів, де внутрішні взаємозв'язки не утворюють емерджентного ефекту, наприклад в уламка скельної породи (Петлін, 2018). Отже, контрольними механізмами територіально-цілісної свободи є сукупність внутрі- й зовнісистемних інваріантів, які за допомогою механізмів обмежень формують цілісну системну організованість.

Обмеження в територіальних утвореннях протилежні до їх упорядкованості. При цьому саме впорядкованість як програмоване відхилення від загальноного напрямку розвитку, що не приводить до його кардинальної зміни й супроводжується збереженістю певного елементного та структурного порядку й відношень між ними, а також відносно сталого розміщення структурних складових системи (Петлін, 2018) відіграє роль головного обмежувача будь-яких складових системи. Важливість цієї характеристики для природних територіальних систем полягає в тому, що в конкретному геопросторі в певний час, незважаючи на другий закон термодинаміки, утворюються певні елементи системи, закономірне розміщення та взаємодія яких зумовлюють появу якісно нових властивостей і характеристик цієї системи. Сукупність елементів системи має межі або чіткі границі, які означають її форму й об'єм. Оскільки системна впорядкованість контролюється сукупністю притаманних їй інваріантів, то впорядкувальні обмеження є

суто інваріантним явищем. При цьому виникає ефект зменшення ступенів свободи. Він свідчить, що чим вищий порядок (упорядкованість) у системі, тим менше вона має ступенів свободи (кількість незалежних змінних, які однозначно описують стан фізичної системи) і, отже, менше варіантів станів до яких вона може перейти в процесі динаміки або розвитку. Рівень перспективної організованості систем знижується. Обмежується кількість організаційних ефектів, за допомогою яких системи зберігають гармонійно-функціональний стан (Петлін, 2016б). Такий ефект можемо інтерпретувати й таким чином: чим вищий порядок (упорядкованість) у територіальній системі, тим більш жорстко її внутрісистемний інваріант контролює її мінливість й зменшується кількість станів, до яких система спроможна перейти.

Сукупність організаційних обмежень у природних територіальних системах значною мірою проявляються в синтезних явищах їхніх структур. Загалом, поняття «структурний синтез» належить до адаптивних механізмів територіальних систем із чітко вираженим блоком керування. За характером інформації, яку використовують системи з керуванням, структурний синтез може бути поділений на дві групи: що містить канали параметричної ідентифікації й здійснює керування процесом синтезу; що містить моделі самоналаштування та здійснення на цій основі керування процесом синтезу через сигнали неузгодженості наявного стану з модельним оптимальним станом. Перший більш спрощений вид реалізації структурного синтезу притаманний системам, які перебувають на ранніх стадіях еволюційного розвитку й характеризуються значною контрольованою залежністю з боку функціонального середовища. Другий – використовується системами на останніх стадіях еволюційного розвитку, коли системи переходять або вже перебувають на стадії самоорганізації. За засобом одержання інформації структурний синтезний процес поділяють на такий, що одержує безпосередню інформацію за основними параметрами, і такі, котрі одержують інформацію за опосередкованими параметрами. Насправді територіальні системи використовують третій засіб одержання інформації – інтегрований, де пряма й опосередкована інформації накладаються та утворюють єдиний інформаційний потік. Щодо сприйняття керівних впливів структурний синтез поділяють на такий, що безперервно опрацьовує керівні впливи і такий, що періодично звертається до керівного впливу. Потрібно зауважити, що конкретні дослідження в цьому плані практично відсутні. Водночас, імовірно, що системи на ранніх стадіях еволюційного розвитку постійно перебувають під дією (і сприймають його) керівного впливу. На завершальних стадіях еволюційного розвитку системи сприймають керівну інформацію про неузгодженість структурної складності зв'язків зі складністю зв'язків навколишнього функціонального середовища й надалі можуть уже не звертатися до нього, перейшовши до стадії самоорганізації (Петлін, 2013).

У будь-якому випадку структурний синтез характеризується наявністю своєрідного синтезного ефекту, який не проявляється в механічній сумі колективних свобод, а представлений синтезованою їх сукупністю з яскраво вираженими емерджентними властивостями. Саме ця синтезована емерджентна сукупність ступенів свободи виступає в ролі головного обмежувального чинника процесу структурного синтезу (Петлін, 2013).

Наявність у територіальних системах значної сукупності різноманітних, переважно інваріантно контрольованих обмежень пояснює закон обмежувальності (мінімуму) кількості варіантів організації. Він має такі трактування:

- природа неначе відмовляється від усього того різноманіття засобів для створення нових форм, які вона має в розпорядженні й використовує незначний запас певних можливостей. Вона допускає різноманіття в деталях, намагаючись водночас зберегти деяку кількість основних типів (Берг, 1922);
- набір принципово різних типів систем обмежений за різноманіттям часткових форм (Краснощеков, Розенберг, 2001).

Цей закон обмежувальності головну увагу приділяє різноманіттю яке притаманне територіальним системам. Тобто саме різноманіття відіграє роль механізму організаційних обмежень. Та оскільки різноманіття систем (реалізується як різноманіття внутрі- й міжсистемних зв'язків) саме має обмеження для зростання, контрольоване інваріантним коридором системних обмежень, то цей закон має інваріантну основу.

Отже, поняття «обмеження» має значну варіабельність і його трактують як:

- накладання меж аналізу або використання певного наукового підходу. Так А. А. Ляпунов (1972) говорить про практичну неможливість абсолютно повного виявлення всіх зв'язків та станів елементів у системі внаслідок їх значної кількості й технічних труднощів;
- зовнішні та внутрішні чинники, які перешкоджають кількісній або якісній мінливості параметрів системи. Обмеження можна класифікувати за сутнісною природою – на матеріальні, які накладаються на матеріальну природу предметів і явищ (наприклад на кількість структурних складових) та інформаційні, які накладаються на інформаційну природу і явища (наприклад на максимальний обсяг інформації, котру здатна опрацювати або контролювати система за одиницю часу); за природою походження – на натурні (наприклад обмежена місткість екосистем) й антропогенні (обмежена технічна озброєність); на можливості зняття – на абсолютні та відносні; перші не можуть, а другі – можуть бути зняті людиною в межах сучасних знань і її технічної озброєності; на характер формування – на об'єктивні, що ґрунтуються на законах природи, і суб'єктивні, ґрунтовані

- на законах й особливостях існування людини та суспільства; на форми – на об'єктивні (зумовлені обмеженнями об'єктивного характеру), функціональні (зумовлені здатністю системи функціонувати в різних умовах), комунікаційні, просторові, часові тощо; за змістом – на фізичні, хімічні, механічні, біологічні та ін. (Мельник, 2012);
- багатofункціональне явище, яке проникає у всі структури, елементи, функції, зв'язки, процеси організованості складних природних територіальних систем. Загалом, обмеження належать до головних природних підтримувальних чинників. Якби не було в природі обмежень, усі природні системи не лише не змогли б функціонувати – вони не спроможні були б виникнути. Саме тому практично кожна складова природи характеризується обмеженнями, будь-то компоненти, системи, процеси чи будь-що інше (Петлін, 2018).

Щодо внутрісистемних обмежень, спрямованих на впорядкування міжкомпонентної, міжструктурної та міжсистемної в межах ієрархічно вищих територіальних утворень активності, де всі обмеження характеризуються обмежувальною межею виявленої активності або концентрації, то вихід за цю межу загрожує інваріанту системи, тобто система через такий вихід може перейти до якісного розвитку – трансформації та руйнування (Петлін, 2018). Тут обмеження спрямовані суто на активність різноманітних складових територіальних систем. Така активність для них усіх обмежується інваріантним коридором обмежень та при цьому постає запитання: чи для всіх складових (компонентних, структурних, процесних тощо) існує єдиний інваріантний коридор обмежень? Практика свідчить, що такий коридор характеризується вибірковою індивідуальністю, тобто він для кожної складової системи є індивідуальним інваріантним утворенням. Таке явище свідчить про наявність індивідуального різноманіття інваріантного контролю над системними складовими.

Оскільки будь-які системи за будь-якою мінливістю характеризуються наявністю певної гармонійності, то гармонійні внутрішні обмеження, які діють, відповідно до індивідуально-інваріантних особливостей гармонійної складової систем, і спрямовані на збереження гармонізаційної системної різноманітності природи та які спрямовані переважно на те, що не дають можливості гармонійному різноманіттю внутрішніх зв'язків перевищити певні інваріантно контрольовані межі (Петлін, 2019), є найбільш стабільними в часі та просторі. Вони найбільш жорстко контролюються системними інваріантами й, відповідно, мають найвужчий коридор інваріантно дозволеної мінливості.

Обмеження – настільки поширене явище в природних системах, що була сформована відповідна теорія обмежень. Це цілком самостійне теоретичне узагальнення, що, утім, має певні спільні положення з економічною

теорією обмежень. Відповідно до цієї теорії, будь-яка організація територіальних систем у кожний момент характеризується бодай одним обмеженням, котре перешкоджає системі досягати в розвитку повної функціональної рівноваги. Усі ці обмеження можна класифікувати як внутрішні обмеження ресурсу, а також інтенсивності та взаємодій. В основу теорії обмежень територіальних систем покладено твердження, що організаційна ефективність залежить від обмежень. Саме вони перешкоджають як досягненню системою аномальних амплітуд мінливості, так і виходу в напрямі наближених до рівноваги станів. Тобто підхід теорії обмежень ґрунтується здебільшого на тому, щоб виявляти активні обмеження й механізми, які керують ними.

33. ПОЗАІНВАРІАНТНА СВОБОДА ОРГАНІЗОВАНОСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Якщо інваріантність природних територіальних систем означає їх стабільність у часі та просторі, то позаінваріантність – нестабільність. Відповідно до єдності протиріч у природних утвореннях, нестабільність (позаінваріантність) є закономірним явищем їх організованості. Вважають, що нестабільність не просто нестабільний розвиток, а відсутність перспективної програми такого розвитку, тобто це стан біфуркації, коли система неначе примірює на себе той чи інший з можливих шляхів і перебуває в стані «сумніву» по якому піти (Петлін, 2005 б). Та позаінваріантність притаманна системам також у будь-який момент їх життєдіяльності. Вона не дає змоги інваріантності отримати абсолютну «владу» над системною організованістю й таким чином забезпечує територіальним системам функціональну стійкість. У межах позаінваріантності системи характеризуються значною свободою вибору майбутніх шляхів розвитку, які при цьому обмежуються наявністю системної інваріантності. Тобто результатні шляхи організаційного системного розвитку є компромісом між стабільністю й нестабільністю (інваріантністю та позаінваріантністю). Така ситуація надає територіальним системам необмежено-обмеженої свободи вибору наступних станів. При цьому на арену подій виходить програмованість, яка має цільовий характер. Спостерігається ефект тиску програмованості на вибір системою шляхів розвитку. Це додатково підсилює інваріантно підтримувальні варіанти розвитку. Саме тому природні територіальні системи, за нормальних умов функціонування, не сходять із програмовано заданого розвитку.

Ситуація ускладнюється в антропогенно експлуатованих територіальних системах. Унаслідок позаінваріантних явищ тут виникає геоекологічна нестабільність у вигляді стану природних і природно-техногенних систем, за якого зміни структури мають незворотний характер і неможливе підтримання їх нормального функціонування без активної участі людини (Заиканов, Минакова, 2008). Тобто в таких системах відбувається практично повне деградування внутрісистемних інваріантів. Вони не виконують своїх стабілізувальних функцій і, як наслідок, руйнується функціональна структура територіальних утворень. Вони залишаються в стані з квазіподібними інваріантними властивостями, орієнтованими на людину, де вона бере на себе інваріантні властивості й підтримує цілісність систем лише завдяки внесенню певної кількості енергетичних ресурсів. За відсутності внесення таких ресурсів або невчасного їх унесення система катастрофічно руйнується, унаслідок чого руйнуються й розміщені в її межах ентропогенні

елементи (будинки, дороги, мости тощо) та на її місці виникає якісно інше територіальне утворення з якісно іншим внутрісистемним інваріантом.

Складнішу ситуацію спостерігаємо у випадку активності міжсистемних позаінваріантних явищ і процесів. Вони викликають нестабільність уже навколишнього функціонального середовища систем. Найчастіше таке явище індивідуально-локальне. Виникає між системою й одним із дотичних територіальних утворень. У цьому випадку така локальна нестабільність викликає активацію захисних механізмів із боку внутрісистемного інваріанта та спрямована на процеси релаксації (від лат. *relaxation* – послаблення). Найчастіше релаксацію сприймають як:

- процес установаження статистичної рівноваги в природних територіальних системах;
- поступовий перехід природної територіальної системи з нерівноважного стану, спричиненого зовнішніми впливами, у квазірівноважений.

Подібні локальні релаксаційні процеси потребують від системи перерозподілу речовинно-енергетичних потоків між внутрісистемними функціональними структурами з активацією процесів відновлення в порушеній структурі. Що ж відбувається в дотичному територіальному утворенні, звідки надійшов міжсистемний позаінваріантний вплив? Для появи такого явища потрібно щоб у дотичній системі відбулися катастрофічні зміни з її внутрісистемним інваріантом. Найчастіше це відбувається внаслідок антропогенного втручання в організованість територіальної системи. Виникає необхідність у системи в стані релаксації здійснювати її на структурному рівні організованості. Структурною релаксацією чомусь вважають лише морфологічну адаптацію системи до нових умов (Коломыц, Керженцев, 2005). Морфологічна адаптація (від *адаптація* й грец. *μορφή* – вид, форма) є пристосуванням, які виникають на рівні морфологічних складових ландшафту до внутрішньої емерджентної структури їхньої більш високої морфологічної одиниці та беруть участь у забезпеченні існування систем у мінливих умовах ландшафтного оточення. Це складний процес, унаслідок якого здійснюється функціональна спеціалізація природних територіальних систем (керування, транзиту, акумуляції, бар'єрної функції тощо). При цьому кожна спеціалізовану функцію виконує цілісна територіальна система або навіть певне їх поєднання (Петлін, 2013). Морфологічна адаптація на рівні інваріантної організованості систем є пристосуванням на міжсистемно-інваріантному рівні, де накладаються інваріантні залежності не лише на внутрірівненому плані, а й на міжрівневих залежностях. Отже, тут зовсім інші структури.

Структурна релаксація на рівні індивідуальних територіальних систем реалізується під посиленням контролем із боку внутрісистемного інваріанта. Здійснюється перерозподіл енергій та речовини, наслідком чого є активація

внутрішніх процесів у межах порушеної структури. Водночас відновити попередній стан такої функціональної структури неможливо, оскільки проти неї дотична система з якісно іншими параметрами спрямованого впливу. У внутрісистемного інваріанта з'являється завдання таким чином провести релаксаційні процеси в порушеній функціональній структурі, щоб вона відповідала новим умовам зовнішнього впливу й водночас задовольняла особливостям інших функціональних структур. Це стає можливим, якщо релаксаційні процеси вийшли на впорядкування функціональних особливостей структурно-функціональної організованості територіальної системи.

Тут функціональну релаксацію сприймають як зміну станів системи, яка є перебудовою фізіологічних процесів у систем з зміною параметрів ґрунту-моменту (Таргулян, Соколов, 1978), що за часом (від декількох місяців до декількох років) цілком адекватне загальному зсуву ландшафтно-екологічних умов (Коломыц, Керженцев, 2005). Та це означає, що попередній стан системи характеризувався переважанням функціональної позаінваріантності. Така позаінваріантність свідчить про те, що система функціонує позаінваріантно контрольованим коридором обмежень. Таке функціонування відзначається інваріантною некерованістю й характеризується наявністю максимальної кількості ступенів свободи. При цьому системи характеризуються незалежними траєкторіями розвитку й хаотичністю як внутрішньої, так і зовнішньої структурної організованості (Петлін, 2013). Постає запитання: яким чином система залишається хоча б з незначною стійкістю? Вона перебуває в зоні міжсистемного пошуку нових для неї інваріантів, які б задовольняли її функціональне оточення. Тобто це зона функціонально-інформаційної невизначеності, яка характеризується наявністю слабопередбачуваних інформаційних реакцій природних систем (Петлін, 2016в). Як показав Ю. Лотман, загалом невизначеність інформативна, оскільки розширює множину потенційних можливостей; вона є джерелом вибору системами індивідуального шляху розвитку й мінливості загалом, виникнення в їхніх межах цілком індивідуальних інформаційних ефектів. Таку невизначеність можна інтерпретувати і як інформаційно-інваріантну, оскільки взаємодіючі дотичні системи перебувають у стані пошуку нового варіанта для територіального утворення, яке перебуває в стані функціональної позаінваріантності.

За наявності позаінваріантного функціонування у функціональних структурах природних територіальних систем виникає явище анізотропії (від грец. *ἀνισος* – неоднаковий і *τροπία*). Його сприймають як:

- спроможність структурних складових природних територіальних систем набувати різних положень та різної конфігурації за однакової дії на них чинників довкілля (Реймерс, 1988);

- неоднаковість фізичного, механічного й інших властивостей територіальних систем у різних напрямках (Лопушанський, 2003;
- специфічний параметр двомірного та багатомірного полів. Характеризує ступінь залежності мінливості поля від просторової орієнтації ліній спостереження. Поле вважається ізотропним, якщо його неоднорідність не залежить від азимуту спостереження: у будь-яких можливих напрямках закон розподілу значень ознаки залишається тим самим. В іншому випадку, за помітної різниці в мінливості поля за різними азимутами спостереження, поле називають анізотропним (Топчиев, 1988).

Отже анізотропія систем, які перебувають у стані позайнваріантного функціонування характеризується тим, що практично неможливо передбачити її наступний стан за однакового зовнішнього впливу. Реакція на однаковий зовнішній вплив у таких системах суттєво відрізняється в різних її місцях, що не пов'язано з функціональною структурністю системи. Водночас властивість анізотропії як у самих природних територіальних систем, як цілісних утворень, так і в їхніх структурних складових, у першому випадку призводить до виникнення структурно-функціональної організованості систем, а в другому – до можливості індивідуальної взаємодії структурних складових з іншими структурними утвореннями як власної, так і поєднаної систем. Анізотропія систем створює їх внутрішню різноманітність, а анізотропія навколишнього простору систем – різноманітність зовнішню, що відкриває широкі можливості для їх просторово-часового функціонування, зокрема еволюції, виникнення механізмів зовнішнього та внутрішнього контролю й корекції, речовинно-енергетичних та еволюційних й інформаційних взаємодій і взаємозалежностей. Отже, анізотропія природних територіальних систем та їхнього навколишнього середовища дає змогу формуватися й реалізовуватися усьому спектру гармонізаційних механізмів ландшафтної сфери, а також біосфери. Чому ж явище системно територіальної анізотропії має такі кардинально різні наслідки? Завдяки різним керівним функціям системних інваріантів. Навіть за поза інваріантного функціонування територіальної системи в ній залишаються функціональні явища, підпорядковані її інваріанту. Поєднаність інваріантного й позайнваріантного функціонування створює умови для виникнення своєрідного анізотропного балансу (від франц. *balance* – терези, від лат. *bilanx* – той, що має дві вагові чаші – система показників, котра характеризують співвідношення елементів у будь-якому явищі, що постійно змінюється – Словник іншомовних слів, 1975) або дисбалансу (фр. *disbalance* – величина, що характеризує незрівноваженість).

Анізотропність притаманна й територіальним утворенням, які перебувають у стані певної гармонійності. Анізотропність гармонійної складової

територіальних систем є зданістю їх структурної організованості змінюватися за однакових спільних функцій щодо системи, тобто це показник суто внутрішньої гармонійної мінливості. Його завдання – здійснення коливальних відношень між гармонійними структурними складовими з метою забезпечення їхньої просторової й часової стабільності (Петлін, 2019). Системи в стані позаінваріантного функціонування не характеризуються гармонійністю. Водночас те, що залишилося від їх внутрісистемного інваріанта, намагається надати такому функціонуванню певних гармонійних ознак. Якщо це йому вдається, то система отримує ймовірність перейти до стану з переважанням саме інваріантно контрольованого функціонування.

У співвідношенні в територіальних системах інваріантного й позаінваріантного виникає явище їх взаємозумовленості. Загалом, його трактують як детермінованість (визначеність) характеру кожного з елементів сукупністю всіх інших, тобто в кожного елемента, якщо так можна сказати, обмежена свобода вибору (Исаченко, 1991). Найширше воно проявляється на функціональному рівні організованості територіальних систем. Незважаючи на те, що функціональне системне взаємозумовлення трактують як взаємозумовлення взаємодіючих індивідуальних територіальних систем і їхніх сукупностей у вигляді ієрархічних рівнів вищої системи, спрямоване на підтримання функціональної цілісності як окремих індивідуальних систем, так і їх поєднань у межах вищої ієрархізованої конструкції (Петлін, 2018), взаємозумовлення на рівні інваріантних і позаінваріантних функціональних складових є не просто протилежною взаємодією протилежно орієнтованих явищ – воно, на перший погляд, містить взаємовиключні тенденції. Та насправді це в межах навіть позаінваріантних станів взаємостимувальні тенденції, котрі формують у системах тимчасову стійкість.

Позаінваріантне й інваріантне взаємозумовлення на рівні системної структурної організованості, як і за нормального функціонування, є результатом якості, яка відповідає за загальну структурну організованість ієрархічно ускладнених природних територіальних систем. Контролюється структурна взаємозумовленість безпосередньо емерджентними властивостями складної системи та її навколишнього функціонального оточення. Водночас оскільки все, що жорстко контрольоване, ніколи не буває стійким, структурні складові вищих ієрархічних рівнів організації характеризуються певною автономністю, Петлін, 2018). Саме з нею пов'язана позаінваріантна властивість системи.

Щодо природних територіальних систем як функціонально цілісних утворень, то притаманне їм зовнішнє й внутрішнє взаємозумовлення має емерджентний характер. Воно контролюється емерджентними властивостями на кожному ієрархічному рівні складної системи, а також такими властивостями в кожній індивідуальній системі; відбувається між взаємозумовленою сукупністю емерджентних взаємозумовлень (Петлін, 2018). Оскільки,

емерджентність – це суттєва властивість структурованих тіл, пов'язана з виникненням інтегральних новостворених якостей, які відсутні в кожній з інтегрованих складових або їхньої сукупності (Пашенко, 1993), тобто це непередбачуваність, поява нових якостей, що їх неможливо заздалегідь визначити через їх відсутність у жодному з утворювачів – компонентів екосистеми (Одум, 1986), то саме позаінваріантність також перебуває під впливом системних емерджентних властивостей. А оскільки емерджентність та інваріантність у територіальних утвореннях тісно взаємопов'язані, то позаінваріантність, незважаючи на суттєву автономність, перебуває під певним міжсистемним контролем.

Будь-яке позаінваріантне явище в територіальних системах пов'язане з рівнем їх загальної організованості. Поняття «рівень» сприймають як:

- у загальному вигляді розглядається як ступінь якісного перетворення системи, організації в процесі її розвитку (Bertalanffy, 1949);
- така абстрактна міра, за допомогою якої можна враховувати зміни, що відбуваються в організованості систем (у зв'язку з їх еволюцією) щодо певної точки відрахунку (наприклад максимальної ентропії), і порівнювати системи між собою (наприклад за якісною зміною їх структури за певний час) (Абдеев, 1994).

Відповідно до наукового факту залежності рівня організованості системи й свободи комбінування, чим вищий рівень організації системи, тим менша свобода комбінування, тим більша пов'язаність організованості то тим менша її невизначеність (Шмальгаузен, 1969). Отже, наявність позаінваріантних явищ у системі свідчить про її низьку загальну організованість. Водночас у високоорганізованих територіальних утвореннях обов'язково присутні певні позаінваріантні явища, що надає системі, а відповідно і її організованості, стабільності.

Загалом, природні територіальні системи, завдяки безперервній дії сукупності внутрі- й міжсистемних інваріантів, реалізують прагнення до внутрішньої єдності, цілісності й самодостатності. Отже, системам внутрішньо притаманне прагнення до максимально можливої єдності елементів і підсистем, до цілісності, тобто власної структурної та функціональної завершеності. Єдність і цілісність дають змогу системі одержати самодостатність, що надає їй певних ступенів свободи (Маца, 2012), та водночас це прагнення, спрямоване на максимальне зниження рівня функціональної позаінваріантності, і ліквідувати її зовсім ніколи не вдається.

34. ІНВАРІАНТНА СИМЕТРІЯ ТА АСИМЕТРІЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Симетрія та асиметрія не просто властивості природних систем – це властивості живої природи, які тісно пов'язані з її інваріантними явищами. Загалом, поняття «симетрія» (із грец. *σμμετρία* – однорідне, співрозмірне, пропорційне, гармонійне, той засіб узгодження багатьох частин, із допомогою яких вони об'єднуються в ціле) трактують як:

- властивість відповідності розмірів, форми й загального розміщення з обох боків певної лінії поділу, площини або точки;
- у математиці – властивість відношення: якщо істинно, що $x = y$, то також істинно, що $y = x$;
- будь-яку загальну відповідність між полярними термінами, за яких їх відношення є взаємними, наприклад сухий–мокрый, холодний–теплий;
- єдність збереження й змін, пов'язані з тотожністю та різницею між певними об'єктами (Attneave, 1950);
- симетрія – це категорія, яка є ознаками P об'єктів O разом з такими змінами I , які об'єкти O за ознаками P залишають тотожними самим собі (Урманцев, 1974);
- зовнішню гармонію в обрисах предметів, певну правильність, що повторюється (Принцип симетрии, 1978);
- симетрія як «гармонія пропорцій» об'єкта (тіла, фігури, процеси, структури тощо), як «гармонійний ритм», закономірне розміщення частин у цілому (Сороко, 2006);
- множину різних рухів, які суміщають певний об'єкт (переводять його «на себе») і слугують характеристикою його симетрії. Чим більша така множина суміщень або автоморфізмів, тим більш симетрійний об'єкт (Клейн, 1937);
- порушення симетрії породжує впорядкованість і, отже, знижує ентропію системи (Николис, Пригожин, 1979);
- однорідність, пропорційність, гармонію, інваріантність структури матеріального об'єкта щодо його перетворень. Утративши елементи симетрії, предмет утрачає свою досконалість і красу (Хорошавина, 2005);
- симетрія, у її найбільш широкому розумінні, розкриває той інваріант, який залишається незмінним щодо певних перетворень відповідних явищ, їхніх властивостей і відношень (Лутай, 2010);
- симетрія – це міра впорядкованості, гармонійності будь-якого об'єкта. Це однорідність, пропорційність, інваріантність структури, гармонія окремих частин об'єкта, поєднаних у єдине ціле, строге дотримання й повторення пропорцій (Рабданов, Раджабов, Гусейханов, 2014);

- властивість закономірної взаємної відповідності у вигляді квазіоднорідності, пропорційності, гармонії, інваріантності структур систем та їх ієрархічних поєднань (Петлін, 2016в);
- симетрія – це збереження форми об'єктом навіть після того, як ми його деформуємо чи обертаємо (Кайку, 2019).

Отже, симетрія охоплює значну кількість якостей природних територіальних систем, зокрема їх інваріантність і структурність. Безпосередньо внутрішню симетрію ускладнених територіальних утворень (наприклад ландшафтних) сприймають як структурну симетрію, представлену сукупністю структуроформувальних симетрійних елементів, котрі сформовані емерджентно впорядкованими підпорядковано-функціональними, кількісно детермінованими зв'язками і є відображенням просторово-часової організованості систем, що водночас є мірою впорядкованості, гармонійності, пропорційності та інваріантності, тобто такою інваріантною ознакою, яка залишається незмінною щодо певних перетворень відповідних явищ, їхніх властивостей і відношень (Петлін, 2018). Переважно внутрішня симетрія систем утримується їхніми внутрішніми та міжсистемними інваріантами, котрі, завдяки своїй функціональній стабільності надають стабільних властивостей і системно-симетрійним якостям.

Щодо зовнішньої симетрії територіальних утворень, то найчастіше її розглядають як симетрію дифузних та конвективних потоків, яка приводиться в рух енергією, зовнішньою щодо поля, тобто рухом середовища провідності, і яка характеризується щільністю, хімічним складом речовини й іншими параметрами. Отже, симетрія найтісніше залежить від симетрії енергетичних полів (Петлін, 2018). Вони просторово належать до функціонального навколишнього середовища територіальних систем і саме вони формують у них функціональну структуру.

Отже, симетрійні властивості природних територіальних систем спрямовано підтримують головні їхні параметри й при цьому самі перебувають під контрольним стабілізуювальним впливом системних інваріантів. Як наслідок, формується стійке поєднання, що формує й сприяє розвитку цілісної системній територіальній організованості.

Щодо асиметрії (від грец. *ἀσυμμετρία* – невідповідність), яку інколи ототожнюють із дисиметрією, то її сприймають як:

- протилежність симетрії; це – категорія, що є незбереженістю ознак P об'єктів O відносно вимірів I (Урманцев, 1974);
- приховану форму реальної симетрії (Кюри, 1978);
- порушення симетрії (Великий тлумачний словник, 2002);
- стан, у якому крива розподілу відхиляється від ідеальної симетрії. Асиметрія описується як додатна (права) або від'ємна (ліва) залежно від того, до значень якої модальності тягнеться хвіст розподілу (Лопушанський, 2003);

- категорію, протилежну симетрії, котра відображає наявні в об'єктивному світі порушення рівноваги, пов'язані зі змінами, розвитком, перебудовою частин цілого (Хорошавина, 2005);
- внутрішню, або зруйновану симетрію, тобто відсутність в об'єкта певних елементів симетрії (Хорошавина, 2005);
- виникнення в реальних тілах прихованої симетрії, точніше – елементів симетрії, котрі щезли в зовнішній формі тіл під впливом співвідношення внутрішніх і зовнішніх сил, що склалися, але збереглися, «заховані» в ті складові (мікросубстратні) частини цих тіл, де середовище існування дає змогу здійснювати повний прояв елементів симетрії, які притаманні цій речовині.

Явище асиметрії в природних територіальних системах – це прояв сукупності взаємодіючих чинників, розгорнутих у часі, що порушує наявність первинної каркасної симетрії формування ландшафтних систем. Стан асиметрії пояснюється принципом суперпозиції (Кюрі, 1966): «... під час накладання декількох явищ різної природи в одній і тій самій системі їх дисиметрії накладаються. Елементами симетрії залишаються лише ті, які є загальними для кожного явища, узятого окремо». Окрім того, асиметрія часто є індикатором природного або антропогенного навантаження територіальних систем. «Дисиметрія творить явища» – цей висновок П. Кюрі свідчить про те, що виникнення асиметрії обов'язково включає механізм на відновлення стану квазірівноваги системи чи її функціонального оточення або ж обох водночас. Досить умовно викреслюється замкнений ланцюг: квазірівновага–явище–асиметрія–явище–квазірівновага. Та для того, щоб такий ланцюг був реалізований, система, котрій він належить, повинна характеризуватися певною просторово-часовою стабільністю. Отже, вона повинна перебувати під постійним контролем із боку притаманних їй сукупностей внутрі- й зовнісистемних інваріантів.

Асиметрійність таких складних територіальних утворень, як ландшафти, досліджував ще Вернадський. Виявлена ним асиметрійність ландшафтних систем названо дисиметрією Вернадського. Вона представлена у вигляді явища переривчастості оболонок у найбільш активному ландшафтному шарі. Оскільки явища розвиваються водночас у просторі та часі, а для розвитку в часі характерна діалектика (стрибки під час переходу кількісних змін у нову якість), то дисиметрія геопростору стає однією з властивостей, що відображає його розвиток і складається з поступових та стрибкоподібних змін (Симонов, 1966). Така узагальнена дисиметрія (асиметрія) переважно контролюється міжсистемними інваріантами. При цьому вони мають ієрархічну залежність, що надає їм значної додаткової стабільності. Асиметрійність Вернадського враховує неоднорідність у розвитку природних територіальних систем. Як наслідок, коли в одних системах відбувається якісний стрибок, то в інших спостерігаємо поступову динамічну та

еволюційну мінливість. Відповідно, дія міжсистемних інваріантів також зазнає фонового корегування з боку ієрархічно більш високоорганізованих територіальних утворень.

Дисиметрія Вернадського розкриває закономірності наявності протиріч у розвитку складних територіальних систем у просторі й часі. Загалом, вважають, що поняття «асиметрія протиріч» є мірою неврівноваженості відношення взаємопроникнення протилежностей системи, міра, якісно визначена для системи і в її межах притаманна їй. При цьому асиметрія протиріч є одним з головних факторів, котрі визначають становлення нового (Медведєв, 1972). Асиметрія протиріч притаманна будь-якій природній територіальній системі. Такі процеси, як ерозія – акумуляція, руйнування – зростання, активізація – спадання тощо, не лише є чинниками врівноваження процесів, а й основою для можливостей системи змінювати наявний напрям перебігу подій (динамічних, еволюційних), що надає їй додаткової просторово-часової стійкості. Саме існування факту асиметрії протиріч утворює передумови для виникнення відповідного потенціалу асиметрійних протиріч. Водночас повинні існувати механізми стримання розвитку цього потенціалу (щодо системи як цілісного утворення, то взаємодіючої і взаємопов'язаної сукупності потенціалів) і лише у за потреби використання асиметрії протиріч для розвитку в певному напрямі системи спонтанно мають можливість виведення певної складової потенціалу асиметрійних протиріч за межі його інваріанта.

Наявність просторових протиріч у територіальних системах призводить до появи ефекту поляризації їхнього простору, що приводить до посилення їхніх внутрішніх потенціалів, і його вважають ефектом, пов'язаним зі структурно-нерівномірною кількістю енергії та інформації. Загалом, вважають, що підвищення енергетичного потенціалу посилює поляризацію системи, тобто підвищення різниці енергетичних потенціалів або між системою й середовищем, або між окремими частинами в межах самої системи. Прямо чи опосередковано це пов'язано з різними видами переміщення (Мельник, 2016). Такий ефект не повинен «розривати» систему на окремі індивідуальні територіальні утворення. Тому ефект поляризації простору систем повинен бути контрольованим. Цей контроль є узгодженими контрольними функціями між внутрі- й міжсистемними інваріантами, оскільки пріоритетну роль у виникненні структурно-функціональної поляризації мають саме міжсистемні інваріанти, вплив котрих потім корегує внутрісистемний інваріант. Такий потужний інваріантний контроль створює умови для стабільності структурно-поляризаційних явищ у системах, а відповідно – і стабільності всієї організованості цілісної природної територіальної системи.

Загалом, симетрійні властивості в територіальних утвореннях закономірно підтримуються багатьма організаційно-стабілізувальними механізма-

ми. Прикладом може слугувати закон компенсації симетрії. Відповідно до нього, за зниження ролі симетрії на будь-якому одному структурному рівні вона виникає й зберігається на іншому. Тобто структура старої фази продовжує існувати в новій фазі, але в перетвореному вигляді. І навпаки, елементи структури нової фази вже існують у старій і проявляються лише за фазового переходу. Під фазовим переходом розуміють:

- перехід речовини з однієї фази в іншу. Наприклад, перехід речовини з одного агрегатного стану в інший (Великий тлум. словник, 2004);
- фазовий перехід (фазове перетворення, фазова трансформація) в широкому розумінні це перехід (трансформація) від стану з одним гомеостазом до стану з іншим (іншими гомеостазами – за біфуркаційних трансформацій); у вузькому значенні – стрибкоподібна зміна властивостей системи за безупинної зміни зовнішніх чинників (Основи стійкого розвитку, 2005).

Закон компенсації симетрії розкриває одну з головних організаційних залежностей природних територіальних систем, які забезпечують у них стабільність загальних симетрійних явищ. Дія сукупності симетрійно-стабілізувальних механізмів реалізується одночасно й взаємоузгоджено. Їх вчасне вмикання забезпечує фоновий контроль із боку інваріантних властивостей систем. Це явище відбувається в системах безперервно та створює своєрідний ефект симетрійно-динамічного мерехтіння. Саме таке мерехтіння й забезпечує явищам системної симетрійності просторово-часової стійкості.

Подібна суттєва симетрійно-динамічна стабільність проявляється в законі гармонійної компенсації симетрії. Він свідчить, що завдяки контролюючій і корегувальній ролі гармонійних процесів та механізмів зниження ролі симетрії на будь-якому структурному рівні системи відбувається її підсилення на іншому структурному рівні з таким розрахунком, щоб зберігалася гармонійно-інваріантна симетрія територіального утворення. У такому випадку відбувається лише просторова міграція фаз симетрії. Закон компенсації гармонійних симетрій – це залежність, яка демонструє наявність у природних територіальних систем просторово-часової стабільності симетрійної організованості (Петлін, 2019). Тут поняття «фаза симетрії» означає явище, коли симетрійна частина системи, відокремлена від інших частин фізичними межами. Різні фази, котрі утворюють симетрію цієї системи, є складовими її загальної симетрії, а речовини (мінімальна кількість речовин), із яких формуються всі симетрійні фази (симетрійні складові частини) цієї системи – це найчастіше симетрії її компонентів (за Шипуновим, 1980). Це також сукупність усіх симетрійних частин системи, однакових за складом і фізичними та хімічними властивостями (незалежних від кількості речовини) й обмежених від інших симетрійних частин системи деякою поверхнею (поверхня поділу) (Системні дослідження навколиш-

нього середовища, 2019). Інваріантний контроль за організованістю системних фаз симетрії на рівні компонентної симетрії пріоритетно забезпечують внутрісистемні інваріанти, а на рівні симетрії структурно-функціональної – міжсистемні інваріанти.

Щодо залежностей саме організаційно-внутрісистемних функціонально-структурних симетрій в ієрархічно ускладнених територіальних утвореннях, то вони свідчать (Петлін, 2016в):

- чим різноманітніші умови навіть компонентної організованості морфологічно ускладнених систем, тим їхні симетрійні функціонально-структурні складові характеризуються більшою кількістю взаємопов'язаних симетрій, притаманних цілісним системам нижчих морфологічних рівнів;
- чим більшу кількість видів симетрій природних систем формують певні структурно-функціональні складові симетрії, тим меншою кількістю індивідуальних симетрій вони представлені й тим нижча загальна стійкість симетрій структурно-функціональних складових;
- чим більше симетрійне різноманіття структурно-функціональної складової, тим більша її екологічна стійкість;
- експлуатовані людиною системи, що характеризуються симетріями, притаманними функціонально-структурним складовим морфологічно ускладнених систем, які представлені одним видом симетрії або дуже малою їх кількістю (агроценози із землеробськими монокультурами), нестійкі за своєю природою й не можуть самопідтримуватися.

Для того щоб залежності організаційно-внутрісистемних функціонально-структурних симетрій в ієрархічно ускладнених системах перебували в стійкому стані, вони повинні підтримуватись з боку системно-фоновому контролю, який реалізує сукупність внутрі- й зовнісистемних інваріантів. Лише в цьому випадку зберігається стабільність у симетриях усієї піраміди територіальної системної організованості.

Оскільки будь-які природні територіальні системи утворення функціональні, то й притаманні їм симетрії мають функціональну природу. Загалом функціональну симетрію сприймають як:

- категорію, яка є ознаками властивостей, відношень або комбінацій процесів чи взаємодій разом зі зберігальними їх реальними й (або) умовними «фізичними» змінами, які залишаються тотожними самим собі (Урманцев, 1974);
- функціональну симетрію, що в загальних рисах належить до симетрій подібностей, які представлені у вигляді своєрідної аналогії трансляцій, відображень у площинах, повороти навколо осі лише з тією різницею, що вони пов'язані з одночасовим збільшенням або зменшенням подібних частин фігури та відстаней між ними (Хорошавина, 2005);

- симетрію функціональних властивостей територіальних утворень представлену симетрією функціональної дії, яка є виразом одного з проявів сутності об'єкта у відношеннях з іншими об'єктами й спричиняє виникнення характеристик подібності об'єкта до інших чи відмінності від них (Петлін, 2008).

Тобто така симетрія ґрунтується на врахуванні властивостей функціонального навколишнього середовища територіальних систем, що загалом закономірно, оскільки якщо системи організовані під контролем цього середовища, то воно повинно брати безпосередню участь у формуванні його симетрійних залежностей. Таке формування проявляється у виникненні узгодженостей з симетрією навколишнього функціонального середовища, котра також належить до структурно-функціональних симетрій. Диференціюючись щодо певної територіальної системи за інтенсивністю зв'язаності, структурно-симетрійні властивості середовища практично включають симетрію системи до своїх властивостей. Функціональна симетрія навколишнього середовища систем є для них контрольно-фоною. Тобто вона спрямовано формує й підтримує внутрішню симетрію територіальних утворень на рівні її функціональної мінливості. Та оскільки будь-які зовнішні впливи від дотичних територіальних систем контролюються та обмежуються міжсистемними інваріантами, подібний контрольний функціонально-симетрійний зовнішній вплив є складовою таких зовнішніх інваріантних впливів.

Функціональна мінливість характеризується мінімальним провом системної мінливості. Ці прояви настільки швидкоплинні, що часто інваріанти не встигають на них зреагувати. Тобто вони відбуваються на рівні запрограмованого відхилення параметрів, зокрема симетрійності, системи від усередненого значення й найчастіше належать до її нормального стану. Іншу ситуацію спостерігаємо з симетрією динамічною. Її сприймають як:

- категорію, яка є ознакою властивостей, відношень або їх комбінацій, процесів чи взаємодій разом зі зберігаючими їх реальними та (або) умовними «фізичними» змінами, які залишаються тотожними самим собі (Урманцев, 1974);
- категорію, що є симетрійною властивістю відношень або їх комбінацій, процесів чи взаємодій, які контролюються незворотно-поступальними явищами в межах інваріантів природних систем (Петлін, 2016в).

Динамічна симетрія характеризується незворотною поступальною мінливістю й відображає симетрійну складову загальної організаційно-динамічної мінливості територіальних систем. Оскільки при цьому в системах відбувається ускладнення структури внутрішніх зв'язків, то й притаманна системі динамічна симетрія характеризується зростаючим ускладненням, а також контрастністю симетрійних складових. При цьому

зростаюча інтенсивність речовинно-енергетичного взаємообміну між симетрійними частинами територіальних утворень призводить до їх зростаючого впорядкування, а відповідно – і до зростаючої просторово-часової стійкості.

Сукупність динамічних мінливостей у природних територіальних системах поступово формує в них еволюційні зміни. Саме тому виокремлюють симетрію динамічно-еволюційну. Це категорія, яка є ознаками властивостей, відношень, або їх комбінацій, процесів чи взаємодій разом зі зберігаючими їх реальними і (або) умовними «фізичними» змінами, які залишаються тотожними самим собі (Урманцев, 1974) на фоні сукупності динамічних симетрій у межах симетрії еволюційної. Динамічні симетрії в такому поєднанні неначе ведуть симетрію еволюційну. Їх мінливість відповідно корегує сегменти еволюційної симетрії й при цьому спостерігаємо їх динамічне «хитання». Така просторово-часова організованість еволюційної симетрії характеризується доволі значною стабільністю та має тенденцію до передавання наступній системі, що виникне внаслідок якісного розвитку попередньої. Для реалізації такої симетрії обов'язково потрібна підтримка внутрісистемного інваріанта. Тобто в ньому на програмованому рівні повинна бути закладена така системна мінливість і він надає їй необхідної стабільності. При цьому відбуваються інваріантно-контрольні дії, спрямовані на обмеження можливих потужних відхилень від програмованого динамічно-еволюційного процесу.

Зовнішні впливи, явища, регулювання, котрі спостерігають у територіальних системах, трактують як екологічні. Як узагальнений екологічний процес розуміють дію, контроль за якою перебуває в навколишньому (функціональному) середовищі територіальної системи. Вона спрямована на досягнення певного наслідку (мети), що реалізується в структурній системній організованості (Петлін, 2010). Інформаційний контроль за реалізацією екологічних процесів у територіальних системах належить зовнісистемним інваріантам. При цьому такі процеси набувають вигляду еколого-інформаційних, котрі уявляють як закономірні зміни або спрямоване підтримання станів чи фаз природних територіальних систем під дією інформаційних зовнішніх сигналів і кодів. Екологічні процеси просторово реалізуються в межах функціонального поля систем, а оскільки тут також присутні симетрійні явища, то виникає симетрія поля екологічного процесу. Це симетрія частини ландшафтної сфери, у межах якої спостерігають явища (фізичного, хімічного, інформаційного, емерджентного характеру), пов'язані з просторово-часовим функціонуванням об'єкта, що виступає в ролі причини виникнення екологічного процесу. Ця симетрія характеризується індивідуальною структурою, інтенсивністю й морфометричними характеристиками. Процесне екологічне поле стабілізується й контролюється сукупністю міжсистемних інваріантів. При цьому спостерігаємо явище

спільної відповідності за протистояння можливим збоям в окремих ланках такого інваріантного контролю, наприклад унаслідок якісної мінливості однієї з територіальних систем, які формують це поле. Для цього дотичні інваріанти до зони якісного перевтілення системи певний час беруть на себе функції інваріанта, який перебуває в стані якісного оновлення.

Складнішу ситуацію спостерігаємо в морфологічно ускладнених територіальних системах. Загалом, поняття «морфологічні ознаки» трактують як ознаки диференціації певної частини простору ландшафтної сфери, які характеризують появу ієрархічного підпорядкування низки взаємопов'язаних цілісних природних територіальних систем (морфологічної структури). Така структура ускладнена наявністю підпорядкованих рівнів організованості, у яких виникає морфологічно-інваріантна симетрія. Вона відповідає морфологічно ускладненим системам, що перебувають у сучасному стані. Вони характеризують стан симетрій, котрі закономірно репрезентують міжсистемні геофізичні й геохімічні властивості, є фоновими (формується фоновими залежностями) та належать до репрезентативних для цього виду морфологічно ускладнених систем і навіть беруть участь у контролі за їхнім розвитком. (Петлін, 2016в). Інваріантність такої симетрії забезпечують сукупності міжсистемних та міжрівневих інваріантів, які разом формують спільний інваріант цілісного морфологічно ускладненого територіального утворення. Як наслідок, такий спільний інваріант забезпечує контрольні функції над симетрією внутріморфологічної структури (рис. 34.1).

Отже, структурна симетрія – це скупність структуроформувальних симетрійних елементів, які сформовані емерджентно впорядкованими підпорядковано-функціональними, кількісно детермінованими зв'язками і є відображенням просторово-часової організованості систем, що водночас є певною мірою впорядкованості, гармонійності, пропорційності та інваріантності, тобто такою інваріантною ознакою, яка залишається незмінною щодо певних перетворень відповідних явищ, їх властивостей і відношень (Петлін, 2016в). Отже, така симетрія інваріантно залежна.

Водночас, оскільки будь-яка структура (зокрема симетрійна) – утворення функціональні, виникає структурно-функціональна симетрія, яка обов'язково підпорядкована залежностям темпосвіту. Симетрія темпосвіту як світу, визначальною характеристикою якого є один темп (загальна швидкість) розвитку всіх складних структур, що йому належать (Князева, Курдюмов, 2005), контролює саму можливість структурно-організаційного впорядкування системи. Оскільки структурні складові територіальних утворень характеризуються значними відмінностями в динаміці, то, відповідно, вони перебувають у різних темпосвітах, що призводить до виникнення в системах симетрійних й асиметрійних явищ. Контроль за такими явищами ускладнений. Він повинен урахувати наявність різних структурних

темпосвітів, тобто бути інформаційно більш складним. Такими властивостями відзначаються лише системні інваріанти.

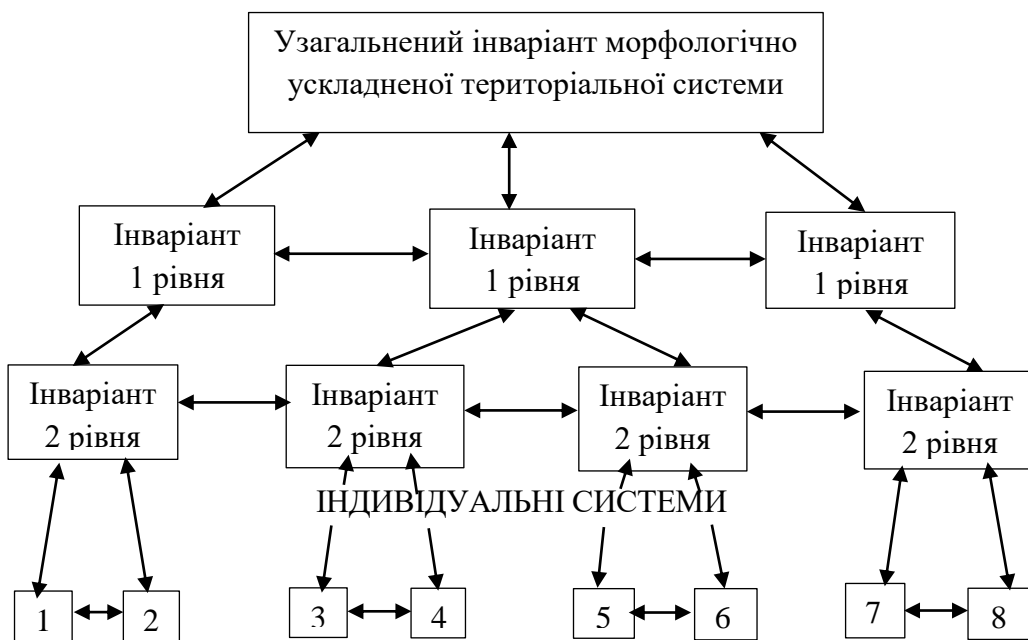


Рис. 34.1. *Схема структури узагальненого інваріанта морфологічно ускладненої територіальної системи*

Певним видом симетрії природних територіальних систем є трансляційна (трансляційна інваріантність). Її сприймають як:

- тип симетрії, за якої об'єкт накладається сам на себе при зсуві на певний вектор, який називається вектором трансляції (Сироткин, Шаскольская, 1979);
- незмінність законів від положення об'єкта в просторі (Брайн Грин, 2011).

Трансляційна інваріантність – це реальний закон природи, за яким головні залежності залишаються інваріантними. Водночас така симетрія була би можлива, якщо традиційно вважати, наприклад, ландшафтні фації суто гомогенними утвореннями. Та оскільки це не відповідає дійсності, а лише умовно приймається найчастіше для здійснення операцій, спрямованих на екстраполяцію точкових даних на всю площу ландшафтних утворень, то лише в цьому випадку застосування такої симетрії доцільне.

35. ІНВАРІАНТНІСТЬ ЯК МЕХАНІЗМ СТАБІЛЬНОСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Нагадаємо, що поняття «інваріантність» сприймається як властивість системи залишати практично (відносно) незмінними певні параметри на фоні загальної (зовнішньої та внутрішньої) мінливості (Петлін, 2008). Отже, головною властивістю інваріантності є забезпечення організованості територіальної системи функціями стабільності на всіх напрямках її розвитку. При цьому оскільки значна частка інваріантних властивостей і залежностей у системах належить їхньому функціональному середовищу, то інваріантно-стабілізуювальні системні функції насамперед спрямовані на узгодження систем із їхнім функціональним середовищем. Та оскільки зв'язки із середовищем мають динамічний характер, то реалізується стабілізуювальна динаміка, спрямована саме на природне середовище. Вона проявляється в надзвичайно суттєвій особливості фізико-географічного процесу, яка сприяє тому, що видові й родові ознаки фацій і геомів утримуються в часі, незважаючи на численні впливи зовні на їхню структуру (Петлін, 2006б).

Тут проблемним питанням є те, чи взаємодіють між собою внутрі- та міжсистемні інваріанти. Оскільки внутрісистемні інваріанти є наслідком спрямованої узгодженої системоформувальної дії зовнісистемних інваріантів, то після їх виникнення стабілізаційно-підтримувальна дія не припиняється. Більше того, виникає зворотний зв'язок, коли внутрісистемний інваріант починає впливати на дотичну сукупність міжсистемних інваріантів задля узгодження інваріантних взаємодій. Таке явище має відмінності як щодо інтенсивності, так і щодо цільової спрямованості, залежно від еволюційної стадії, у якій перебуває територіальна система. Загалом, це призводить до посилення стабільності в системах еволюційних процесів, що приводить до здатності природних систем зберігати напрям і загальний темп еволюційних перетворень у межах їх інваріантних параметрів за узгодженням з еволюційною мінливістю функціонального середовища (Петлін, 2013). Та тут не все так однозначно. Узгодження спостерігаємо лише на перебігу еволюційних стадій систем від зародження до клімаксу, коли підвищення внутрішнього різноманіття структури зв'язків підвищує стабільність і стійкість територіальних утворень. На еволюційних стадіях від клімаксу до трансформації та якісного розвитку в системах надалі спостерігаємо підвищення внутрішнього різноманіття зв'язків, яке вже сприяє розбалансуванню відношень між системою і її функціональним середовищем. Змінюється цільова орієнтація міжсистемних взаємодій. Середовище починає сприяти якісному перетворенню занадто складної системи й виникненню на її місці територіального утворення зі значно спрощеною внутрішньою структурою

зв'язків. Такий перебіг подій закладено в інваріантній сутності системних інваріантів і тому є цілком інваріантно-підтримувальним.

Щодо ієрархічно ускладнених природних територіальних систем, то їх стабільність представлена тривалим стійким характером параметрів і взаємозв'язків на фоні збереження інваріантної ієрархічно організованої структури за тісної взаємодії з середовищем (Петлін, 2018). Вважають, що стабільність ієрархічно ускладненої системи передбачає, наприклад, що зникнення певних складових територіальних систем компенсується їх виникненням. При цьому повного балансу між цими процесами не відбувається. Простежуємо переважання, то зникнення систем (поглинання однієї системи іншою), то їх появу (поділ однієї системи на декілька). Таке балансування кількісного складу ієрархізованої системи навколо повної рівноваги забезпечує їй стійкість і стабільність. В ієрархізованих системах стабільність забезпечують переважно міжсистемні інваріанти. При цьому спостерігаємо інваріантно-міжсистемну динаміку як на окремих ієрархічних рівнях загальної ієрархічної територіальної піраміди, так і на міжрівневій її організованості. Інваріантна мінливість і стабілізація інваріантної організованості окремих ієрархічних рівнів є стабілізованістю й на міжрівневій інваріантній організованості.

Загалом, механізми інваріантної стабілізації організованості природних територіальних систем забезпечуються їхніми внутрішніми властивостями. Оскільки самі механізми – це система тіл, яка призначена для перетворення руху одного або декількох тіл у необхідний рух інших, завдяки певній сукупності логічних зв'язків і процедур, котрі визначають виникнення змін у тій чи іншій системі, що розвивається (еволюціонує), а також певна сукупність логічних зв'язків і процедур, які визначають виникнення змін у тому чи іншому середовищі, що розвивається, тобто еволюціонує (Хорошавина, 2005), то саме механізми інваріантної стабілізації системної організованості представлені сукупністю окремих взаємопов'язаних односпрямованих зв'язків, де кожен відіграє індивідуальну роль і відночас сприяє виникненню узагальненої цільової інваріантної організованості систем. При цьому усукупнена дія таких механізмів надає інваріантам системної організованості просторово-часової стабільності й появи явища своєї інваріантної еластичності.

Безпосередньо поняття «еластичність» сприймають як:

- можливість заміни одного елемента системи, що виявився неефективним у мінливих умовах, іншим, який більш підходить (Holling, 1973);
- здатність систем (зокрема екосистем) за збурень замінювати окремі елементи (особини й види рослин, тварин, соціальні елементи) на інші зі зберіганням у загальних рисах зв'язків між елементами та характеру функціонування (Арманд, 1992);

- здатність природних територіальних систем пристосовуватися до мінливості зовнішніх умов впливу (Петлін, 1993);
- спроможність системи зменшувати (поглинати) турбулентність (Berkes et al, 1994). Отже, еластичність визначає межі, у яких система залишається більше стабільною, ніж нестабільною (Основи екології, 2007);
- спроможність природних територіальних систем повертатися до квазіпопереднього стану після природних або антропогенних впливів (Гродзинський, 2014).

Отже, еластичність системних інваріантів – це їх спроможність повертатися до попереднього стану після збурень або пристосовуватися до нових умов шляхом перебудови структурної організованості територіальних систем, а отже, формувати нові межі інваріантно контрольованої мінливості, за якої система зберігає просторово-часову стабільність.

Часто поняття «стабільність» застосовують у розумінні «життєздатність». Її сприймають як:

- спроможність систем зберігати механізми саморегулювання та відповідний їм тип функціонування завдяки властивості стійкості, еластичності, грубості та здатності переходити до закритого, наприклад, анабіотичного стану (Арманд, 1992);
- ступінь спроможності угруповання зберігатися або адаптуватися до мінливих умов існування без деградації компонентів, що його утворюють (Прилуцький, 2007);
- спроможність природних територіальних систем зберігати власну структуру в мінливих умовах середовища (Некос, Черкашина, Брусенцова, 2013);
- складноорганізоване явище, притаманне природним територіальним системам, спрямоване на збереження власної структури, механізмів саморегулювання в мінливих умовах середовища (Петлін, 2016в).

Отже, оскільки життєздатність – це спроможність складного системного утворення зберігати механізми саморегулювання й головні функції, а також контрольовану структуру в процесі мінливості функціонального середовища, то таке явище цілком притаманне системним інваріантам і відповідає поняттю «стабільність». При цьому стверджують, що життєздатність пов'язана з властивістю системної стійкості й навіть є її похідною.

Зауважимо, що стійкість – це провідна властивість природних територіальних систем. Саме тому на неї звертали увагу чисельні науковці. Наведемо її визначення:

- спроможність геосистем підтримувати значення своїх параметрів, а отже, і властивостей, зокрема корисних для людини, які не перевищують заданих критичних величин (Дьяконов, 1974);

- здатність природних територіальних систем зберігати інваріантний набір власних структурних складових і характер функціонування в умовах мінливості середовища (Сочава, 1978);
- спроможність зберігати деякі життєво важливі параметри на певному рівні за рахунок гнучкості інших параметрів, гомеостаз (Новосельцев, 1978);
- здатність системи протистояти зовнішнім збуренням для самозбереження (Миркин, Розенберг, 1978; Флейшман, 1982);
- внутрішньо притаманна системі спроможність витримувати зміни, викликані зовні, або відновлюватися після них (Риклефс, 1979);
- стійкість геосистем проявляється у відносній стабільності її структури – планової (морфологічної) й вертикальної (ярусність), у функціонуванні, тобто в процесах і потоках речовини та енергії (Дьяконов, 1979), а також у добовій, сезонній і багаторічній ритміці розвитку (Зубов, 1985);
- складне, багатопланове явище, яке залежно від конкретних механізмів, що покладено у її основу, може проявлятися у різній формі (Арманд, Купріянова, 1979; Holling, 1973; Orians, 1974);
- імовірність збереження певного об'єкта протягом певного часу (Глазовская, 1983);
- міра опірності змінам умов навколишнього середовища, спроможність відновлювати параметри після порушень (Василевич, 1983);
- здатність «приглушувати» зовнішні сигнали, котрі багатократно передаються від одного елемента до іншого (Пузаченко, 1983);
- спроможність відновлювати попередній стан після збурень (Преображенский, 1983; Пузаченко, 1983);
- здатність систем зберігати структуру під час дії природних й антропогенно збурювальних чинників, що не є ознакою її стабільності, незмінності, а навпаки – передбачає динамічну рівновагу (Исаченко, 1991);
- спроможність системи зберігати структуру в умовах дії нерегулярного чинника (Шеляг-Сосонко, Крисаченко, Мовчан, 1991);
- незмінність у часі або в просторі безвідносно до причини (зовнішньої чи внутрішньої), інертність. Не містить активної реакції системи на вплив. Спроможність системи протидіяти зовнішнім і внутрішнім збуренням, зберігаючи рівновагу або гомеостатичний стан, а також структуру, характер функціонування й траєкторію руху протягом відносно протяжного часу, який є порівняльним з характерним часом, що змінює систему процесів. Стійкість проявляється по-різному залежно від виду збурення: а) за імпульсного збурення відбувається самостійне повернення до стану, наближеного до початкового через перехідний процес; б) після східчастого збурення перехідний процес

- переводить систему до іншого врівноваженого або гомеостатичного стану, котрий відповідає новим значенням вхідних змінних (факторів); в) у процесі дії повільно зростаючого (або зменшуючого) збурення система «відстежує» зміну фактора, зберігаючи стан рухомої рівноваги; г) за періодичного збурення після кожного поодинокого збурення виникає перехідний процес, який спрямовує систему до початкового стану, але переривається наступним імпульсом. Така властивість стійкості здебільшого виникає внаслідок здатності до саморегулювання під дією зворотних зв'язків (Арманд, 1992);
- спроможність природних територіальних систем протидіяти впливу сил, котрі намагаються вивести їх зі стану квазірівноваги (Петлін, 1993);
 - здатність системи повертатись у стан рівноваги після того, як вона була з нього виведена під впливом зовнішніх збурювальних впливів (Старіш, 2005);
 - щодо навколишнього середовища означає таку змінюваність, самодобудування системи, за яких система залишається сама собою. Із погляду синергетичної парадигми, означає властивість системи зберігати саму себе за взаємодії з навколишнім середовищем (Кочубей, 2005);
 - спроможність системи зберігати за різних параметрів зовнішнього середовища свою структуру й функціональні особливості, достатні для діяльності. Стійкість залежить: а) від здатності системи реагувати на зовнішній вплив середовища (тобто толерантності та резистентності); б) від стабільності самої системи, яка визначається її внутрішніми чинниками (Основи стійкого розвитку, 2005);
 - здатність об'єкта протидіяти впливу, зберігатися, зокрема зберігати структуру (склад, характер зв'язків тощо); зберігати функціонування (наприклад через замкнутість колообігу, підтримку різноманіття, багатофункціональність елементів); відтворювати ресурс (самовідтворення); не накопичувати ефектів впливу (наприклад руйнування забрудника відбувається з тією самою швидкістю, що і його надходження) (Ландшафтне планирование ..., 2006);
 - спроможність об'єктів зберігати за антропогенних й природних впливів на них, насамперед «суто» екологічних (Самойленко, 2003), власні природні властивості, структуру й типові (класифікаційні) особливості переважно за рахунок саморегуляції, зокрема «за сприяння» останніх, уже чинних природоохоронних заходів (технологічних, законодавчих, організаційних тощо) (Самойленко, Верес, 2007);
 - здатність системи протидіяти зовнішнім впливам і функціонувати в штатному режимі на етапі ініціювання надзвичайних ситуацій, тобто в докритичній області функціонування систем (Кочкарів, 2007);

- спроможність екосистеми повертатися до вихідного (або наближеного до нього) стану після впливу чинників, що виводять її з рівноваги (Естетика и дизайн ландшафта, 2010);
- стійкість геосистеми (*Сmi*) передбачає визначення та наявність: 1) фазової стійкості (*ФСmi*); 2) повної параметричної стійкості (*ППрСmi*), що складається з: а) абсолютної параметричної стійкості (*АПрСmi*); б) відносної параметричної стійкості (*ВПрСmi*), тобто загальна «канонічна» модель стійкості має вигляд $S_{mi} = \Phi S_{mi} + PPrS_{mi} = \Phi S_{mi} + (APrS_{mi} + VPrS_{mi})$ (Самойленко, Діброва, 2012);
- стійкість системи залежить: а) від її здатності реагувати на зовнішній вплив середовища (тобто толерантності й резистентності); б) від стабільності самої системи, яка визначається її внутрішніми чинниками (Мельник, 2012);
- властивість, яка характеризує спроможність екосистеми витримувати зміни, котрі створюються зовнішнім впливом (наприклад техногенним на природний ландшафт); чинити опір зовнішнім (техногенним) діям; спроможність екосистеми відновлюватись або самовідновлюватись (Жигуц, Лазар, 2012);
- імовірність збереження об'єкта завдяки його спроможності підтримувати значення своїх параметрів і властивостей, котрі не перевищують заданих критичних величин; збереження інваріантного набору власних структурних складових і характеру функціонування в умовах мінливості середовища; формування гомеостатичних властивостей; протистояння зовнішнім збуренням для самозбереження; витримування змін, зумовлених зовні, або відновлювання після них у добовій, сезонній і багаторічній ритміці розвитку; «приглушення» зовнішніх сигналів; зберігання динамічної рівноваги, інертності, траєкторії руху. Якщо усуккупнити це все в короткому визначенні, то стійкість – це здатність систем зберігати власну функціональну організацію (Петлін, 2016б).

Отже, стійкість у загальному значенні є спроможністю об'єкта контролювати мінливість параметрів у визначеному коридорі обмежень, що надає його структурі функціональної стабільності. Надзвичайно наближене визначення до інваріанта будь-якого об'єкта.

Щодо стійкості безпосередньо складних природних територіальних систем (наприклад ландшафтних), то її сприймають як:

- збереження нормального функціонування за рахунок потенціалу природних комплексів (М. А. Глазовская, 1972, 1976; В. А. Светлосанов, 1980);
- спроможність до самовідновлення нормального функціонування після припинення антропогенного впливу (Краукліс, 1979);

- спроможність опиратися зовнішнім впливам і відновлювати порушені ними властивості (Природа, техника, геотехнические системы, 1978);
- потенціал збереження режиму функціонування, адекватний фізико-хімічним параметрам системи (Н. П. Солнцева, 1982);
- спроможність зберігати структуру й властивості ландшафтів та виконувати певні функції в умовах антропогенних впливів (ГОСТ 17.8.1.01-80);
- здатність ландшафту зберігати власну структуру та характер функціонування за мінливих умов середовища. Оцінюється шляхом виявлення стійких властивостей компонентів, а також просторових і часових аспектів структури ландшафтів. Спроможність ландшафту повертатися до певного визначеного стану пов'язана з поняттям стійкої рівноваги (Петлін, 1993);
- здатність ландшафту зберігати якісну індивідуальність, свою структуру, яка перебуває в певному стані. Стійкість – це не абсолютна стабільність, а рухома рівновага (Мамай, 2005);
- властивість геосистем, котру загалом вигляді можливо визначити як спроможність зберігати структуру й функціонування під впливом збурювальних зовнішніх, зокрема антропогенних, чинників і повертатися до вихідного стану. Стійкість ландшафту – поняття багатопланове. Можемо розрізнити три форми її прояву: 1) інерційність – спроможність геосистем протистояти зовнішнім збуренням і зберігати свій стан, тобто інваріантні риси структури й функціонування, протягом заданого інтервалу часу; 2) зворотність, або відновлюваність, – спроможність повертатися до стану, який передував збурювальній дії; 3) пластичність, або варіантність поведінки, – можливість реалізації різних динамічних траєкторій зміни модифікацій унаслідок зовнішнього впливу, із переходом до нового відносно стійкого стану (Исаченко, 2003);
- система є стійкою, якщо вона будь-яким чином зберігає інваріант протягом часу, значного щодо часу зміни інваріанта (перехідного процесу) (Армад, 1989);
- потенціал збереження певною природною системою режиму функціонування (Глазовская, 1988);
- повернення до початкового рівня функціонування після коротких часових збурень. Тобто спроможність ландшафтів нормально функціонувати в певному діапазоні значень природних умов й антропогенних впливів (навантажень) (Печкурин, Дегемержи, 1977);
- спроможність ландшафтів безвідмовно функціонувати в зональному діапазоні значень фізико-географічних умов та антропогенних навантажень. Вона складається зі стійкості геосистем, біоти й пов'язаного з ними речовинно-енергетичного обміну, який проявляється в характері

та часі функціонування ландшафтів, у стабільності зовнішнього малюнку морфологічної структури, просторового поєднання елементів певного виду ландшафту (Шищенко, 1999);

- спроможність природних ландшафтів відновлювати свої властивості для збереження біологічного різноманіття й виконання соціально-економічних функцій в умовах певного техногенного навантаження (Україна: основні тенденції ..., 2005).

Отже, стійкість природних територіальних систем – це їх спроможність до нормального функціонування в спонтанному та зовнішньо навантаженому режимах, відновлювати порушені властивості, зберігати інваріантну структуру й головні індивідуальні властивості на спонтанно обраних інваріантно контрольованих динамічних траєкторіях розвитку. Тобто стійкість територіальних систем – це інваріантно контрольована їхня властивість, яка надає системній організованості стабільності в розвитку.

Оскільки будь-яке територіальне утворення характеризується гармонійністю впродовж організаційної мінливості, то закономірно розглядати і стійкість гармонійної складової територіальних систем. При цьому вона проявляється в таких властивостях, як (Петлін, 2019):

- імовірність збереження гармонійної складової завдяки її здатності підтримувати значення своїх параметрів і властивостей, котрі не перевищують заданих критичних величин;
- збереження інваріантного набору власних структурних складових та характеру функціонування в умовах мінливості середовища;
- формування власних і підтримування загальносистемних гомеостатичних властивостей;
- протистояння зовнішнім збуренням для самозбереження;
- витримування змін, зумовлених зовні, або відновлювання після них у добовій, сезонній і багаторічній ритміці розвитку;
- «приглушення» зовнішніх деструктивних сигналів;
- зберігання динамічної рівноваги, інертності, траєкторії розвитку.

Отже, стійкість гармонійної складової природних територіальних систем за властивостями чітко відповідає системним інваріантним вимогам, а тому є інваріантно контрольованою, а отже, стабільною в просторі та часі.

Ієрархізованість територіальних систем приводить до виникнення відповідної ієрархізованої стійкості. Вона належить як окремим природним територіальним системам, так і їх поєднаним сукупностям у межах певних рівнів ієрархічної конструкції. Така стійкість контролюється навколишнім середовищем систем і, передусім, ієрархічно вищими територіальними утвореннями. При цьому чим вищий ієрархічний ранг територіальної системи або їх взаємопов'язаних сукупностей, тим він стійкіший (Петлін, 2018). Така стійкість забезпечена фоновим контролем із боку сукупності

взаємопов'язаних міжсистемних інваріантів, що надає цій властивості значної стабільності.

Оскільки стійкість систем завжди інваріантно контрольована, а самі інваріанти – інформаційні утворення, то виділяють і стійкість інформаційну. Її доцільно сприймати як:

- спроможність систем зберігати складність міжструктурних зв'язків у межах їх інформаційного інваріанта (діапазон інформаційних змін у системі в межах її кількісної мінливості) (Петлін, 2009а);
- стабільність і своєчасність надходження до систем інформації, спрямованої на забезпечення їх стабільного розвитку (Петлін, 2017).

Інформаційна стійкість, притаманна територіальним системам, – це стійкість їх надшвидкого реагування на будь-які зовнішні збурення. Саме завдяки їй системи спроможні до мінімуму скорочувати час зворотних реакцій, а відповідно – отримують більшу стабільність. Така стійкість є часткою інформаційної суті системних інваріантів, а тому перебуває під стабільним інваріантним контролем.

Уся сукупність різноманітних стійкостей, притаманних природним територіальним системам, реалізується в їх організованості. Загалом, стійкість організованості природних систем – явище динамічне. Прийнято розрізняти три типи стійкості організованості – зовнішню, внутрішню, успадковану. Зовнішня стійкість досягається за рахунок зовнішнього управління, тобто впливу навколишнього середовища на структуру зв'язків системи. До них належать корегувальні, флуктуаційні та ін. Внутрішня стійкість організованості визначається її своєчасним реагуванням на зміни зовнішнього середовища. Теоретично внутрішня стійка рівновага організованості ґрунтується на стійкості, яка визначається насамперед збалансованістю внутрішніх зв'язків. Успадкована стійкість – «успадковане управління», тобто формування, збереження й розвиток внутрішнього потенціалу організованості, котрий виник у системі на стадії її зародження і котрий контролюється її навколишнім середовищем (Петлін, 2016б). Оскільки організованість територіальних систем постійно перебуває під фоновим контролем із боку їх інваріантів, то й організаційна стійкість є інваріантно контрольованим явищем. Це надає їй організаційної стабільності впродовж усього системного організаційного розвитку.

Функціонування природних територіальних систем характеризується ефективністю навіть на еволюційній стадії самоорганізації. Відповідно до закону взаємної відповідності природних начал максимальної ефективності система досягає тоді, коли кожна з груп чинників триєдиного механізму формування системи відповідає меті й завданням її функціонування (Мельник, 2012). Інтерпретуючи закон взаємної відповідності природних начал, зазначимо, що максимальної ефективності природна територіальна система досягає не лише тоді, коли в її межах речовинний, енергетичний та

інформаційний метаболізм відповідають меті й завданням функціонування, а й перебувають у взаємоузгодженому стані. Без узгодження перше складновиконуване, оскільки стани в цьому випадку сприймаються як результатні утворення попередніх речовинно-енергетичних та інформаційних взаємодій, а їх взаємоузгодження свідчить про стабільність розвитку системи, тобто про її ефективність. Інваріантність територіальних систем при цьому не лише контролює їх функціональну ефективність, а й забезпечує її міжсистемну стабільність.

До варіантів стабільності територіальних утворень належить і така їх властивість, як гнучкість. Її сприймають як:

- властивість природних територіальних систем пристосовуватися до мінливості зовнішнього середовища;
- ступінь можливих змін структурних складових ландшафтного комплексу в межах його інваріанта. Так, наприклад, біота в ландшафтних системах володіє абсолютною гнучкістю – навіть повне її знищення (наприклад унаслідок лісової пожежі) ще не означає виходу комплексу з інваріантних меж, тобто він здатен, завдяки процесам регенерації, відновити наблизений стан біоти через певні сукцесійні зміни станів.

Щодо гнучкості системної організованості, то це властивість організації пристосовуватися до мінливості зовнішнього середовища та можливих флуктуацій. Також це ступінь можливих змін структурної організованості природної територіальної системи в межах її інваріанта. Саме контроль за явищем гнучкості з боку інваріантних системних властивостей надає їй динамічної стабільності.

Отже, саме інваріантність є тим узагальненим механізмом, який надає природним територіальним системам просторово-часової стабільності й забезпечує для неї безперервний стабілізуювальний контроль.

36. ІНВАРІАНТНІСТЬ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНА СТАБІЛЬНІСТЬ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Організаційна стабільність природних територіальних систем – це вищий прояв системної стабільності. Завдяки їй територіальне утворення отримує можливість стійкого й цілеспрямованого розвитку. Такий розвиток має гоморезний характер. Безпосередньо поняття «гоморез» сприймають як такий стійкий розвиток, у процесі якого система здатна протидіяти збуренням, які відхиляють її рух від певної стандартної траєкторії (Арманд, 1992). Основою такої стійкої розвивальної стабільності є спрямований підтримувальний вплив системних інваріантів, який більш традиційно пов'язують із явищем гомеостазу (від грец. *ὁμοιος* – подібний, однаковий і *στάσις* – стояння, нерухомість). Саму концепцію гомеостазу висунуто Уолтером Кенноном у 1929 р. (Cannon, 1929). Існує декілька трактувань цього поняття:

- стан стабільності внутрішнього середовища системи, найбільш важливих її параметрів (Винер, 1958);
- сукупність стійких станів, які зберігаються в системі шляхом координації її складних процесів (Cannon, 1932; Шмальгаузен, 1968);
- стан рівноваги, коли планетарна біота управляє зв'язками між атмосферою, океаном та літосферою, а отже, підтримує сталість потоків речовини у біосфері, передусім кругообіг вуглецю (Lovelock, 1982);
- стан динамічної природної рівноваги природної системи, який підтримується складними пристосувальними реакціями, регулярним відновленням основних її структур, речовинно-енергетичного складу й внутрішніх властивостей, а також стабільним функціональним саморегулюванням у всіх її ланках. Гомеостаз характерний і необхідний для всіх природних систем – від космічного рівня до організму й атома (Реймерс, 1988);
- інваріантність біоструктури в умовах дії стабільних і нестабільних факторів. Ця інваріантність досягається підтриманням стаціонарного нерівноважного стану шляхом регуляції за принципом зворотних зв'язків (Шеляг-Сосонко, Крисаченко, Мовчан, 1991);
- відносна динамічна сталість складу, фізико-хімічних та біологічних властивостей внутрішнього середовища організму людини й тварин, стійкість основних фізіологічних функцій живого організму. Стосовно біоценозів гомеостаз – це збереження сталості видового складу та чисельності особин. Гомеостаз характерний і необхідний для всіх природних систем (Мусієнко та ін., 2002);
- відносна сталість властивостей внутрішнього середовища систем. Гомеостаз забезпечується складною системою координуваних (адап-

таційних) механізмів, скерованих на усунення або обмеження чинників, котрі діють на систему як із зовнішнього, так і з внутрішнього середовища (Лопушанський, 2003);

- динамічна відносна сталість складу й властивостей системи. Гомеостаз необхідний системі з двох причин: окремі складові ланки системи (її підсистеми) можуть функціонувати лише у відносно вузькому інтервалі своїх параметрів; для такого функціонування потрібне підтримання у відносно вузьких інтервалах різниці потенціалів як між системою і зовнішнім середовищем, так і між окремими частинами системи (Основи стійкого розвитку, 2005);
- підтримання програми функціонування системи в певних рамках, що дає їй змогу прямувати до своєї мети (Буданов, 2006);
- стан динамічної стабільності внутрішнього середовища систем, який проявляється в стабільності хімічного складу, фізичних та біологічних властивостях, стійкості метаболізму тощо. Гомеостаз забезпечує відносну незалежність систем від навколишнього середовища, а також відносно стабільний рівень активності систем, незважаючи на коливальні умови середовища (Жегунов, 2006);
- спроможність системи повертатися до гомеостатичного стану (Арманд, 1992);
- підтримання програми функціонування системи в певних рамках, які дають змогу їй прямувати до своєї мети (Буданов, 2007);
- спроможність системи в процесі взаємодії з середовищем зберігати деякі параметри в певних межах (Маца, 2008);
- гомеостаз – це підтримання програми функціонування системи в певних межах, що дає їй змогу прямувати до своєї мети (Буданов, 2009);
- динамічна рівновага системи в межах мети її функціонування (Гнатів, Хірівський, 2010);
- стійка різниця фізико-хімічних потенціалів (рівнів висот, тиску, температури, електромагнітних параметрів, хімічних характеристик тощо) між системою, за якої можливе стійке підтримування обмінних процесів (метаболізму) системи (Мельник, 2012);
- те, що робить будь-яке ціле, складене з частин самоорганізувальною системою (Мельник, 2016);
- стан рівноваги динамічного середовища (системи), що складається зі значної кількості підсистем (Кубатко, 2017);
- сукупність стійких інваріантних квазірівноважених станів у межах стабільної нерівноважної внутрісистемної програмованої мінливості на фоні зовнішніх збурювальних чинників (Петлін, 2018).

Отже, явище гомеостазу в природних територіальних системах можемо трактувати як їх інваріантність (сукупність інваріантних станів) й

саме тому гомеостаз отримує властивість стійкості й стабільності. При цьому в системах зберігається їх цільова спрямованість. Про це свідчить закон максимальної віддачі дії триєдиних начал. Відповідно до нього, максимальної ефективності система досягає тоді, коли кожна з груп чинників триєдиного механізму формування системи (матеріальна, інформаційна й синергетична) відповідають цілям і завданням її функціонування (Мельник, 2012).

Інваріантно підтримувана організаційна стабільність територіальних систем спрямовано діє в напрямі забезпечення цієї стабільності, системної цілісності. Лише інваріантна й системна цілісність спроможна забезпечити територіальним утворенням на фоні функціональної, динамічної та еволюційної мінливості просторово-часової стійкості. Тобто системи вимушені безперервно дбати про свою цілісність. Так, закон підтримання цілісності свідчить, що для забезпечення тривалого існування й нормального функціонування природних територіальних систем потрібно постійно підтримувати їх упорядкованість та організаційну цілісність (Жегунов, 2006).

Не менш важливою властивістю територіальних систем, яка спрямована на забезпечення інваріантно контрольованої їх організованості, є наявність внутрішніх і зовнішніх протилежностей. Ця властивість реалізується в системах у вигляді закону розвитку протилежностей системи, який посідає одне з центральних місць у системі діалектичних законів. Він розкриває джерело будь-якого руху й розвитку, тобто дає відповідь на найважливіше та найсуттєвіше питання теорії розвитку. Для з'ясування специфіки цього закону, його проявів і дії, з'ясовують зміст основних понять, завдяки яким він реалізується: якість, кількість, міра, стрибок тощо. На підставі закону розвитку протилежностей усім речам, системам, явищам і процесам властиві внутрішні суперечності, протилежні сторони й тенденції, взаємодія, протиборство між якими виступає джерелом зміни та розвитку, веде до зростання суперечностей, що розв'язуються на певному етапі зникненням старого й появою нового. Тобто стан протилежностей належить до константи. Він розвивається в часі. При цьому протилежності вимушено повинні розвиватися в одному темпосвіті, інакше система вийде зі стану квазірівноваги. При цьому мінливістю відзначається гострота протилежних взаємодій. Із наближенням до стану самоорганізації (за якого відбувається закономірний якісний розвиток системи) гострота протидій зростає та досягає кульмінації в момент якісного переходу (або стрибка). Чи підтримувані системні протилежності сукупностями притаманих системам внутрі- й міжсистемних інваріантів? Обов'язково, оскільки лише за такої підтримки, яка надає протилежностям стабільності, їх організованість отримує просторово-часову стійкість. Вона найповніше реалізується в зрілих територіальних системах. Такі системи характеризуються наявністю стійкого стану, який відзначається оптимальною внутрішньою структурою,

нормальним функціонуванням усіх структурних елементів, максимальною біопродуктивністю й мінімальним зростанням ентропії. Зрілі природні територіальні системи більш успішно спроможні протидіяти зовнішнім впливам, ніж молоді.

Інваріантна забезпеченість організаційної стабільності в природних територіальних системах часто сприймають як надійність. Загалом, її трактують як:

- спроможність природних територіальних систем протистояти дестабілізуючим факторам і функціонувати без різких змін структури (Сочава, 1978);
- здатність природних територіальних систем виконувати соціальні функції у заданий проміжок часу (Преображенский, Мухина, 1984);
- збереження структури системи, незважаючи на втрату окремих її елементів за допомогою їх заміни й (або) дублювання (Флейшман, 1982);
- спроможність природних і природно-технічних систем на конкретному етапі соціально-економічного розвитку виконувати суспільно-соціальні функції (головні з них виробничі, оздоровчі, естетичні, оборонні, наукові) (Дьяконов, 1979);
- стійкість природно-антропогенних систем, коли вона може бути виміряна середньою або очікуваною протяжністю виконання своїх соціальних функцій (забезпечення врожаєм, питною водою тощо) (Арманд, 1992);
- міру здатності виконувати чи посилювати об'єктами моделювання бажані екопозитивні або обмежувати чи ліквідувати обрані еконегативні природно-соціально-економічні функції антропогенних систем, орієнтуючись на оптимальний режим функціонування підсистем та обов'язково дотримуючись умов стійкості зазначених модельних об'єктів (Самойленко, Верес, 2007);
- особливу властивість ландшафтно-технічних систем, яка характеризує їх якість, характер перетворення, здатність забезпечувати нормальне природне функціонування та виконання соціальних функцій у заданих межах (Шищенко, 1999);
- поняття «надійність» ширше, ніж поняття «стійкість», оскільки останнє є певним випадком першого (Системы надежности..., 1977);
- спроможність систем нескінченно функціонувати..., без різких змін структури й функцій (Реймерс, 1980);
- властивість системи зберігати впродовж певного проміжку часу значення параметрів, які характеризують функціонування системи (Дистель, 2002);
- спроможність природної системи (фітоценозу, біогеоценозу, ландшафту) практично нескінченно функціонувати в межах природних

коливань без різких змін структури та функцій (Словник-довідник з агроекології, 2007);

- надійність геосистеми або її підсистем визначають під час оптимізаційного моделювання стану як числову ймовірнісну міру спроможності виконувати нею (ними) вимоги геопозитивні або обмежувати геонегативні (тобто міру потенціалу геосистеми) в заданому просторово-часовому вимірі (зберігаючи при цьому для спільнорівневих таксонів умови їх параметричної стійкості) в межах, які відповідають оптимальному режиму експлуатації геосистеми за геоecологічно безпечними умовами та зумовлюють регламентацію ресурсокористування, включаючи можливість використання додаткових засобів експлуатації, зокрема проведення природоохоронних заходів (Самойленко, Діброва, 2012);
- функціонування системи у разі виходу з ладу одного з її компонентів, збереження проєктних значень параметрів системи впродовж запланованого періоду (Влах, Котик, 2019).

Наведено визначення надійності доволі широкого плану. Вони містять як суто природні територіальні утворення, які функціонують у спонтанному режимі, так і антропогенно та суспільно навантажені. Щодо саме природних територіальних систем, то надійність їх організованості забезпечена безперервно підтримувальною дією сукупності внутрі- й міжсистемних інваріантів, які, завдяки основній функції у вигляді надання підпорядкованим утворенням просторово-часової стабільності, забезпечують їхню організованості стійким (надійним) розвитком.

Оскільки в природних системах діє принцип стабілізації, який свідчить, що система прагне до стабілізації діапазону змін і потенціалу, то це означає, що система «погоджується» на зміни й коливання в певному діапазоні, але вона «не допускає» виходу за межі певного, прийняттого для неї, діапазону (Петлін, 2016б). Таке недопускання контролюють інваріанти систем, вибудовуючи інваріантно-обмежувальні коридори дозволеної мінливості. Як наслідок, територіальні системи стають здатними реалізувати цілеспрямований розвиток, зберігаючи при цьому стабільність міжсистемних відношень (рис. 36.1).

Водночас у будь-якій природній територіальній системі наявні процеси та явища, які не вписуються в їх інваріантно контрольовану організаційну стабільність. Їх трактують як хаотичні. Принцип стабільності сукупності хаосу й порядку в системі свідчить, що за фіксованої кількості елементів системи величини хаосу та порядку в її структурі сталі. Тобто, «щоб ми не зробили з системою, без зміни загальної кількості елементів, на скільки б частин не розділяли її за значеннями будь-якої ознаки та в якому б співвідношенні за кількістю елементів не перебували між собою частини, суми хаосу й порядку в структурі системи завжди залишатимуться

незмінними: $\text{порядок} + \text{хаос} = \text{const}$ » (Вяткин, 2008). Автор пропонує таке твердження навіть звести до рангу закону. Та воно має певні застереження. Насамперед потрібно з'ясувати, що автор розуміє під термінами «частина», «елемент», «структура» системи. У автора елементи – стабільна реальність, а частини мінлива (при цьому мінлива довільно). Структура ж системи при цьому уявляється внутрішньо мінливим але зовнішньо стабільним явищем. Отже, пропоновану стабільність між хаосом і порядком контролює саме структура систем. Доцільно при цьому згадати відомий принцип: те, що абсолютно стабільне не реальне. Постає запитання: чи таку хаотичну частку системи якось контролюють чи хоча б обмежують її інваріанти? Оскільки співвідношення між упорядкованістю й хаотичністю (відповідно до запропонованої залежності) є величиною наближеною до сталої, а впорядкованість контролюють саме інваріанти систем, то й величина системної хаотичності повинна обмежуватися цими інваріантами.

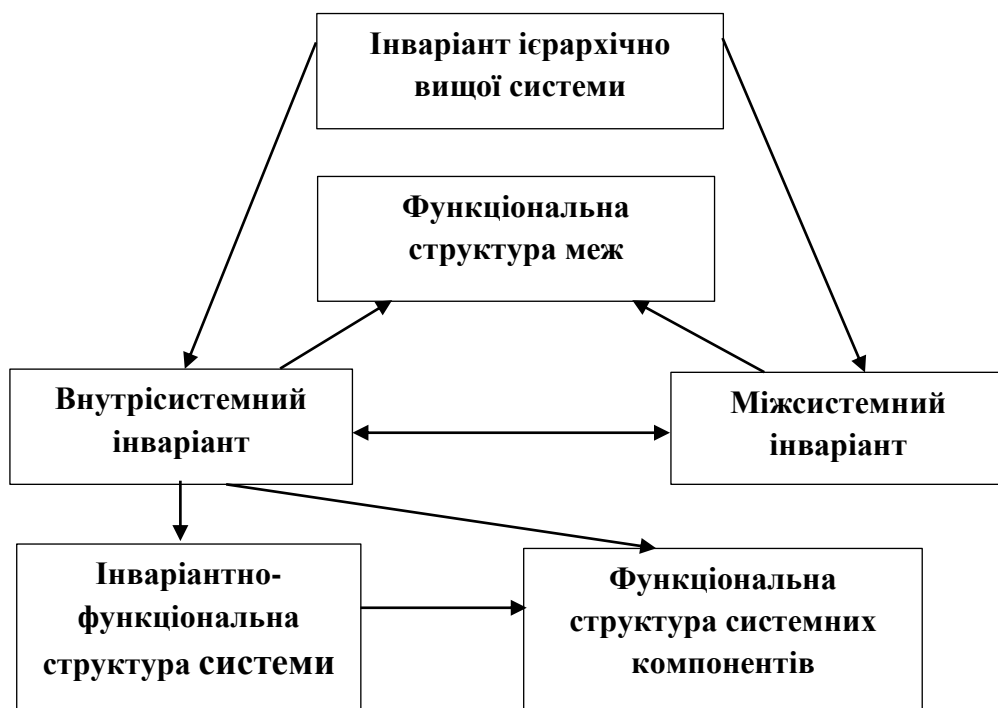


Рис. 36.1. *Схема інваріантної організованості природних територіальних систем*

Структура інваріанта природної територіальної системи складається зі статичної та динамічної складових, де статична частина – це взаємодіюча сукупність функціонально незмінних частин ландшафтоформувальних компонентів системи (Петлін, 1993), тобто це жорстко зв'язана сукупність взаємодіючих частин факторів природних територіальних систем, яка являє

собою інформаційну основу її структури й зміна якої призводить до якісного розвитку системи. Співвідношення статичної та динамічної складових інваріантів завжди стабільне. Саме тому вони надають стабільності контрольованій організованості територіальних утворень. Водночас наслідком еволюційної мінливості територіальних систем на стадії самоорганізованості є ефекти, коли вони перебувають на «лезі бритви». У такому стані в них з'являються значні внутрішньо-зовнішні нестійкості й системи переходять до біфуркаційного пошуку. При цьому їх інваріантність, утримуючи навіть у такому стані певну організаційно-системну стабільність, сприяє виробленню під контролем переважно сукупної дії міжсистемних інваріантів, якісно нового територіального утворення (перехід до якісно нового атрактора) з новим внутрішнім інваріантом, який продовжує спрямоване надання стабільної організованості новій системі.

37. РОЛЬ ІНВАРІАНТІВ У ВИНИКНЕННІ ЦІЛІСНОСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Цілісність – одна з провідних властивостей територіальних систем, яка й репрезентує їх як системи. Науковому обґрунтуванню поняттю «цілісність» присвячена значна література, наприклад:

- цілісність – не сукупність частин утворення, а їх взаємодія, при цьому ціле специфікує частини (Schelling, 1809);
- такий об'єкт, який не вдається пізнати в усій його специфіці, якщо враховувати лише щось зовнішнє щодо нього. Цілісність характеризується новими якостями та властивостями, які не притаманні окремим частинам (елементам), але виникають унаслідок їх взаємодії в певній системі зв'язку. Це надзвичайно важлива особливість цілісних утворень, яка дає змогу зрозуміти й усі інші специфічні риси цілого. До таких належать виникнення нового в процесі розвитку; поява нових типів цілісності; поява нових структурних рівнів і їх ієрархічне підпорядкування; поділ цілісних систем на неорганічні та органічні, який ґрунтується на тому, що в неорганічній системі властивості частин, незважаючи на те, що є відображенням природи цілого, переважно визначаються внутрішньою природою частин, а в органічній системі властивості частин повністю визначаються властивостями цілого (Блауберг, Садовский, Юдин, 1969);
- цілісність дискретної системи виникає у зв'язку зі створенням її елементами певних полів, завдяки яким і здійснюється взаємодія елементів (Малиновский, 1970);
- цілісність є вимогою особливого опису системи загалом, що відрізняється від опису її елементів (неадитивність системи), а також підкреслювання особливого протиставлення системи її оточенню (середовищу), протиставлення, в основі якого покладено внутрішню активність системи (Блауберг, Садовский, Юдин, 1970);
- зміна будь-якого елемента впливає на всі інші елементи системи й призводить до зміни всієї системи, і навпаки – зміна будь-якого елемента залежить від усіх інших елементів системи (Садовский, 1970);
- цілісність є частковим випадком упорядкованості та організованості (Малиновский, 1980);
- взаємозв'язаність різнорідних потоків речовини територіальної системи, енергії та інформації, взаємозумовленість її речовинних складових (геолого-геоморфологічної основи, вод, повітряних мас, ґрунту, біоти) й гідротермічного режиму (Зубов, 1985);
- наявність у природних територіальних систем єдиної мети, єдиної функції усього сполучення елементів, чого не було в окремих її

- складових. Основний висновок із концепції цілісності – розуміння того, що частини (компоненти) не можна вивчити поза розглядом усього цілого (Швебс, 1988);
- властивість систем проходити послідовні етапи онтогенезу на основі взаємодії всіх компонентів і функціонування регуляторних систем (Дедю, 1990);
 - відносна автономність геосистем, яка проявляється в їх стійкості до зовнішніх впливів, що пов'язують її із зовнішнім середовищем (Исаченко, 1991);
 - цілісність – суттєва риса екологічного (Сидоренко, 1999);
 - найголовніша закономірність функціонування навколишнього середовища. Її значення полягає: 1) у розумінні довкілля як ієрархічного ряду системних абстракцій, наприклад таксони геоморфологічного або еколого-геоморфологічного районування України; 2) у взаємній зумовленості функціонування різних складових довкілля, які забезпечують умови життя людини, наприклад значна кількість чинників формування рельєфу України, інтегральний вплив яких у різних регіонах неоднаковий; 3) у зміні режиму функціонування однієї зі складових залежно від стану чи режиму життя іншої, наприклад численні причинно-наслідкові зв'язки сучасних геоморфологічних процесів з антропогенними чинниками (кризові геоморфологічні ситуації) у районах інтенсивної господарської діяльності; 4) у постійному обміні складових довкілля речовинними та енергетичними потоками, наприклад горизонтальні й вертикальні речовинні потоки в геодинамічному тілі рельєфу (Стецюк, Романчик, Щур та ін., 2001) або в геоморфосфері (Ковальчук, Рудько, 1999);
 - ситуація, за якої всі частини системи послугують загальній меті й співдіють формуванню найкращих (оптимальних) результатів у світлі прийнятого критерію ефективності (Власов К., Власов П., Киселева, 2002);
 - цілісність тривка завдяки зовнішнім зв'язкам системи в просторі, часі та масштабі (Баранцев, 2003);
 - основна властивість будь-якої системи (Исаченко, 2004);
 - найважливіша властивість систем, яка виявляється у вигляді симетрії, додатковості, наявності кругообігів і як наслідок усього цього – у збереженні своїх найважливіших властивостей (Тараріко, 2005);
 - означає, що система – це таке об'єднання частин, яке щодо навколишнього оточення виступає як одне ціле (Сорока, 2005);
 - до важливих аспектів цілісності потрібно віднести співвідношення властивостей системи із сукупністю властивостей її складових елементів: властивості системи не становлять сукупність властивостей її складових елементів (частин). Поєднані в систему елементи, зазвичай,

утрачають частину своїх властивостей (точніше втрачають спроможність проявляти частину власних властивостей), які притаманні їм поза системою, тобто система неначе пригнічує низку властивостей елементів, та з іншого боку, елементи, після потрапляння до системи, отримують можливість проявляти свої потенційні властивості, які не могли проявлятися поза системою, тобто вони неначе одержують нові властивості (Качала, 2007);

- організаційна якість, яка має властивості, відсутні в її складових (емерджентні властивості), характеризується появою нової структурно-системної організації, що проявляється через параметри різноманітних полів системи, наявністю єдиної мети, яка виникає лише з появою цілісності, взаємодією з середовищем як єдиного об'єкта (Петлін, 2008);
- цілісність зумовлена взаємозв'язками та взаємодією між складовими частинами (компонентами, елементами), яка полягає в характерній структурі, певній стійкості й деяких інших властивостях (Исаченко, 2008);
- властивість однозначної якості системи як цілого, яку означають елементи в їх реальній взаємодії (Гнатів, Хірівський, 2010);
- уявлення про повноту охоплення явища й водночас про сутність інтеграції, процесах новоутворення, структурних рівнях, ієрархічної організації процесів і явищ та ін., які наявні в кожен певний момент у філософському й науковому пізнанні. Це – фон, на якому розгортається пізнання цілісних об'єктів, орієнтир пізнавальної діяльності. Цю функцію поняття «цілісність» виконує внаслідок того, що воно має своєрідну двошарову структуру, містить не лише актуальне, а й потенційне знання (Гольшев, 2011);
- складова системно-структурної впорядкованості та організованості з єдиною метою і єдністю функцій у вигляді автономної й водночас екологічно контрольованої емерджентної взаємодії з актуальною та потенційною інформацією, де ціле специфікує частини через утворені поля, відтак виникають специфічні властивості симетрії та додатковості, що дає змогу системі послідовно долати етапи онтогенезу (Петлін, 2013);
- властивість природних утворень мати механізми, які забезпечують їм якісну індивідуальність у межах певного географічного простору та часу. Цілісність може бути як системного, так і несистемного характеру. Системна цілісність обов'язково характеризується наявністю емерджентної якості. Комплексна цілісність є спрощеною сукупністю елементів, де внутрішні взаємозв'язки не утворюють емерджентного ефекту, наприклад уламок скельної породи (Петлін, 2018).

Отже, саме цілісність і є основною ознакою системи. На жаль, у переліку визначень системи лише третина авторів згадує цю ознаку. У запропонованих визначеннях на цю роль претендує взаємозв'язаність і взаємозалежність між компонентами, що аж ніяк не надає такому утворенню системності. Так, наприклад, поняття «комплекс» є наближеним до поняття «механічне ціле». Для існування комплексу потрібна лише сукупність наявних компонентів, які повторюються, незалежно від їх чисельності. Це означає, що поняття має більш формальний характер, ніж поняття «ціле» навіть у механістичному його розумінні (Сетров, 1970). Більше того, ігнорування цілісності у визначенні системи – відкидання його авторського розуміння, абсолютно не підкріплене жодними реальними дослідженнями. Цілісність природних територіальних систем повністю відображає наведене визначення й, окрім того, це проявляється в її принциповій автономності та стійкості до зовнішніх впливів, у наявності об'єктивних природних меж, упорядкованості структури (Исаченко, 2004), залежності властивостей кожного елемента від місця й функцій усередині системи (Старіш, 2005), тобто за системного підходу властивості частин можуть бути виведені лише з організації цілого. Загалом, функціонування цілого через сукупність його зв'язків доволі влучно прокоментував Вернер Гейзенберг: «Світ виявився складним полотном подій, на якому різні зв'язки змінюють один одного або перекриваються, або поєднуються, визначаючи цим текстуру цілого». Зв'язки цілого є головною рушійною силою системи, яка створює в межах системи та її середовища тотальну взаємозалежність. Так, за Генрі Степпом, елементарна частка не є незалежно існуючою, доступною для аналізу сутністю. По суті, це сукупність взаємозв'язків, яка тягнеться назовні, до інших речей (Спра, 1975). У природних територіальних системах головне не матеріальний субстрат, а принцип синтезу зв'язків. Існують різні типи цілісності. Зокрема, клас цілісності, який різниться за типом зв'язків частин. Виокремлюють структурний (тип зв'язків кристалу, архітектурної споруди), функціональний (тип зв'язків дії машин, життя організму), генетичний (тип зв'язків рослин, ембріона) і системно-структурний (тип зв'язків складних систем). Системно-структурний тип цілісності містить закономірне поєднання всіх трьох попередніх типів і притаманний найбільш складним системним утворенням, наприклад природним територіальним системам.

Вважають, що цілісний – це такий, у якого зв'язки між елементами всередині сукупності більш міцні, стійкіші в часі, ніж з об'єктами, зовнішніми відносно певної сукупності. Саме ця обставина й дає змогу фіксувати просторово-часову стійкість і сам факт існування системи елементів і навколишнього середовища (Черных, 1986). Водночас зв'язки з навколишнім функціональним середовищем сукупно (їх різноманіття залежить від кількості дотичних систем), незважаючи на їх можливі індивідуальні не-

стійкості, характеризуються значною стабільністю. Це забезпечує стійкість ієрархічно вищим системним утворенням і, урешті-решт, ландшафтній сфері.

Складні територіальні системи характеризуються наявністю саме територіальної цілісності. Наявна низка обмежувальних чинників реального формування територіальної цілісності. Подібний синтез можливий за наявності таких явищ (Петлін, 2013):

- якщо перебіг формування цілого нелінійний. І ця нелінійність (неоднозначність, невизначеність) повинна бути обмежена певними функціональними межами, установленими для кожної конкретної територіальної цілісності її навколишнім функціональним середовищем. Лише така контрольована нелінійність може призвести до формування нової цілісності;
- виникнення цілісної структури, тобто формування цілого з його складових, можливе лише у випадку, коли системоформувальні компоненти й структурні частини функціонального навколишнього середовища розвиваються в одному темпі. Це, на думку О. Князевої та С. Курдюмова, – показник того, що ми маємо справу з цілісною структурою, а не з конгломератом розрізнених фрагментів;
- цілісність не збирається шляхом реалізації сукупності становчих етапів, вона радше з'являється одразу, оскільки таким є попередній проект цілісності. Інша річ, що складові компоненти представлені певною ієрархією (від більш статичних до більш динамічних), які характеризуються різним ступенем нелінійності. При цьому більш «сильні» компоненти вибудовують обмеження для нелінійності «слабших»;
- структурні складові входять до інформаційно сформованого цілого, трансформовані відповідно до його специфічних властивостей. Отже, уже на початкових стадіях функціонування нового територіального цілого воно гармонійно вписане у своє середовище;
- для гармонійного функціонування цілісної територіальної системи в інформаційному плані в ній взаємозумовлені й у часовому вимірі поєднані структури минулого, теперішнього та майбутнього, що призводить до порушення функціональної симетрії (на думку О. Князевої й С. Курдюмова, зростання складності світу має ознаки почастішення порушень симетрії в конфігурації складних структур);
- для утворення стійкої цілісної структури, як зазначають ці ж автори, потрібна правильна топологія поєднання структур (наприклад достовірний просторовий розподіл функціональних температурних максимумів і мінімумів, що дає змогу відновлювати структуру після критичного перегрівання за значного надходження інсоляційної енергії);

- для формування нової складної структури в реальному системному середовищі потрібне створення в межах однієї зі складових систем ситуації «на краю хаосу», коли за наявності виробленої програми подальших дій навіть незначні флуктуації здатні ініціювати фазовий перехід (якісну зміну), тобто перевести систему до якісно нового стану, викликати якісно інший засіб формування цілого й появу якісно іншого перерозподілу енергетичних взаємозв'язків у функціональній міжсистемній єдності;
- виникнення різноваріантності появи цілого з цілісноформувальних складових. Така різноваріантність обмежена наявною програмою появи й розвитку цього цілого.

Та однієї якісної своєрідності зв'язків для виникнення територіальної цілісності недостатньо. Компоненти системи утворюють цілісність, лише коли перебувають у стані динамічної квазірівноваги. І стосується ця динамічна квазірівноваженість не лише складових системи, як матеріальних утворень (для територіальних систем це – літогенна основа, води, атмосферне повітря, рослинний і тваринний світ), але і їхніх властивостей. О. Князева й С. Курдюмов (2000) зауважують, що компоненти системної тріади (відкритість, нелінійність, когерентність) утворюють цілісну єдність, коли перебувають у динамічній рівновазі. Надмірне підсилення або послаблення будь-якого з них руйнує цю цілісність. Так, за надмірно потужної нелінійності стається розпад структури атракторів, жорсткий резонанс руйнує всю систему, необмежена відкритість розчиняє її в навколишньому середовищі. З іншого боку, послаблюючи нелінійність, ми втрачаємо зворотний зв'язок; не враховуючи когерентність, губимо ефекти масштабного каналювання; ліквідовуючи відкритість, віддаємо систему під владу ентропії. Крайнощі призводять до парадоксів (Баранцев, 1997).

Виникнення й розвиток територіальної цілісності в територіальних системах тісно пов'язані з їхніми інваріантними властивостями. Загалом, цілісність виникає лише після того, як сформується інваріант системи, у якому на інформаційному рівні вже закладено особливості певної системної цілісності. Саме тому цілісність у кожному територіальному утворенні конкретно-індивідуальна. Саме тому виокремлюють і цілісність конкретно-територіальну з низкою обмежувальних чинників реального її формування. Подібний синтез, на думку О. Князевої й С. Курдюмова, можливий за наявності таких явищ: якщо перебіг формування цілого нелінійний і ця нелінійність (неоднозначність, невизначеність) функціонально обмежена для кожної конкретної територіальної цілісності її навколишнім функціональним середовищем. Лише така контрольована нелінійність може привести до формування нової цілісності. Водночас виникнення цілісної структури, тобто формування цілого з його складових, можливе лише у

випадку, коли системоформувальні компоненти й структурні частини функціонального навколишнього середовища розвиваються в одному темпі.

Вважають, що вищим проявом цілісності є цілісність системи. Її сприймають як:

- принципову незвідність властивостей системи до суми властивостей елементів, які її утворюють, і водночас залежність властивостей кожного елемента від місця та функцій усередені системи (Старіш, 2005);
- означає, що всі частини системи сприяють досягненню спільної мети й формуванню найкращих результатів відповідно до певного критерію (сукупності критеріїв) ефективності (Основи екології, 2007).

Така цілісність повинна враховувати всі системні властивості. Водночас сама цілісність є їх пріоритетною властивістю. Серед інших властивостей зазначимо структурність, взаємозв'язаність на компонентному й структурному рівнях, цільову орієнтованість у розвитку, інваріантну підпорядкованість. Такі системні властивості (водночас є властивостями цілісності) також характеризуються підпорядкованістю системним інваріантам, які їх не лише формують, а й забезпечують контроль над розвитком.

Щодо ієрархічного ускладнення природних територіальних систем, то їх цілісність обов'язково характеризується властивостями, які відсутні не лише в її ієрархічно нижчих складових, а й у притаманних їм власних цілісностях, зокрема системних. Ця відмінність переважно полягає у створенні нею власних, притаманних лише системі певного індивідуального ієрархічного рівня функціональних структур, які здійснюють спрямувальний, корегувальний вплив на структури нижчих ієрархічних рівнів (Петлін, 2018). При цьому таке явище повинно бути інваріантно контрольованим. Такий контроль забезпечує взаємопов'язана сукупність міжсистемних інваріантів, які також ієрархічно організовані на системно-індивідуальному, індивідуально-рівневому, міжрівневому й цілісно-ієрархічному вигляді.

Тут явно проявляє себе своєрідна асимптотична цілісність як контрольований шляхом установаження граничних обмежень наслідок синергетичного ефекту, який полягає в забезпеченні природним утворенням якісної індивідуальності в межах певного географічного простору та часу (Петлін, 2013). Відповідно з'являється й асимптотична інваріантність у вигляді сукупності взаємоузгоджених контрольованих обмежень на кожному інваріантно-організаційному рівні системної ієрархічності.

Явище системної ієрархічності характеризується сукупністю контрольованих залежностей. Насамперед до них належить концепція цілісності, яка ґрунтується на незвідності складного до простого, цілого до частини, наявності в цілісного об'єкта таких властивостей і якостей, які жодним чином не можуть бути притаманні його складовим частинам і природу яких потрібно шукати за межами розумного (Блауберг, Садовский, Юдин, 1969). Не зовсім зрозуміло, що означає пошук за межами розумного. Більш

прийняте твердження, що за межами поки що недослідженого. Головним недослідженим явищем тут є питання, що викликає появу ідентичних властивостей цілісності в усіх природних об'єктах? Очевидно, що відповідь треба шукати в понятті «емерджентність».

Більш аналізованим у науковій літературі є принцип цілісності. Його сприймають як:

- один з основних принципів організації природних систем – природні системи не являють собою набір взаємопов'язаних елементів, а є цілісними утвореннями з емерджентними властивостями. Описуються цілісні системи відповідними параметрами порядку (Курдюмов, 1989);
- принцип цілісності виник як цілісний підхід до об'єктів дослідження, що відображається в змісті поняття цілого (цілісності), а подальший його розвиток пов'язаний із виникненням і конкретизацією поняття системи й організації. Це зовсім не применшує значення принципу цілісності, оскільки розвиток принципу системності якраз і означає конкретизацію цілісного підходу до об'єкта дослідження (Сетров, 1971);
- розгляд системи як єдиного цілого й одночасно як підсистеми для вищих рівнів. При цьому головний зміст полягає в незводимості цілого до його частин (Гольшев, 2011);
- аналіз ландшафтних комплексів з урахуванням взаємодії та взаємозалежності їхніх компонентів; урахуваючи антропогенну змінність сучасних ландшафтів, необхідно також означити принцип цілісності природної й антропогенної складових ландшафтного комплексу, який ґрунтується на вивченості антропогенно змінених ландшафтів як варіантів природних (Проблеми природопользования..., 2013);
- ґрунтується на емерджентних властивостях у вигляді параметрів порядку, спрямованих на забезпечення організаційної стабільності як самого територіального утворення, так і його функціонального (зокрема ієрархічного) середовища (Петлін, 2016 а).

Отже, принцип цілісності охоплює як самі індивідуальні територіальні системи, так і їхнє функціональне середовище. Як наслідок, він поширюється на сукупність внутрі- та міжсистемні інваріанти.

Узагальнено можемо стверджувати, що цілісність інваріантна є властивістю залишати практично (відносно) незмінними (у межах інваріантно визначеного коридору змін) певні параметри або властивості на фоні загальної (зовнішньої та внутрішньої) мінливості (Петлін, 2016).

38. ІНВАРІАНТНІСТЬ ТА ЕМЕРДЖЕНТНІСТЬ У ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Небагато наукових праць з організованості територіальних систем не використовують поняття «емерджентність». Водночас чомусь не задумуються над тим, чому емерджентність найчастіше ідентифікують як цілісність і чи є між ними відмінність. Отже, «емерджентність» трактують як:

- непередбачуваність, появу нових якостей, що їх неможливо заздалегідь визначити через їх відсутність у жодному з утворювачів – компонентів екосистеми (Одум, 1986);
- функцію, яка впливає на просторово-часові властивості екосистем (геосистем);
- нову якість або сукупність таких якостей, що виявляються в системі (ландшафтній, екосистемній) за умов зміни кількості її складових;
- спроможність набувати непередбачуваних нових властивостей, що виявляються за умов поєднання певних складових елементів, жоден з яких окремо цих властивостей не має;
- (появу нового), тобто те, що більш складні системи володіють такими властивостями, які не притаманні жодному з її елементів. Емерджентні або системні якості кардинально відрізняють системи від не систем (Власов К., Власов П., Киселева, 2002);
- суттєву властивість структурованих тіл, пов'язану з виникненням інтегральних новостворених якостей, які відсутні в кожній з інтегрованих складових або їх сукупності (Пашенко, 1993).

Порівняємо. Стверджують, що саме цілісність характеризується новими якостями й властивостями, які не притаманні окремим частинам (елементам), але виникають унаслідок їх взаємодії в певній системі зв'язку (Блауберг, Садовский, Юдин, 1969). Тобто прийдемо до висновку, що поняття «цілісність» та «емерджентність» тотожні. Водночас ще відомий географ Г. І. Швєбс зауважував, що поняття «емерджентність» унаслідок його інформаційної природи досі залишається «невловимим», незважаючи на його значну організаційну важливість, що не можна сказати про поняття «цілісність». На сьогодні вже зрозуміло, що саме емерджентність завдяки фоновому впливу на будь-які природні системи формує їх цілісність. Тобто це своєрідна програмна матриця, притаманна природі як такій.

Інколи виокремлюють просторово-часову емерджентність у вигляді отримання нових властивостей геосистемами під впливом просторово-часових характеристик. В основі її виникнення – декілька основних принципів: неінваріантності щодо перетворень масштабу (аналог відповідного принципу у фізиці), просторової й часової некомутованості (зміна резуль-

тату від перестановки геосистем і їхніх станів у просторі та часі), просторової й часової компенсації і додатковості, порогових ефектів (окремих випадок закону переходу кількісних змін у якісні), симетрії-дисиметрії (Боков, 1990). Отже, тут емерджентність пропонують сприймати через властивості неінваріантності, некомутативності, компенсації та симетрії-дисиметрії. Зазначимо, що неінваріантність полягає в тому, що всі зовнішні впливи не лише розміщуються (розгалужуються) по компонентах і структурах територіальних систем, а й містяться в самих цих утвореннях. Оскільки вони мають і позаінваріантні ознаки, то такими вони доповнюють інваріантно стабільні компоненти й структури. Вимога інваріантності порушується також на рівні цілісних територіальних систем, оскільки сукупність позаінваріантних явищ і властивостей реалізується також на цьому усукупненому рівні. Неінваріантність проявляється в системах також від того, що неінваріантні зовнішні впливи потрапляють в індивідуальне різне структурно функціональне середовище системи і, як наслідок, викликають недостатньо прогнозовану з боку системних інваріантів реакцію.

Некомутативність належить до певного виду комунікативності (від лат. *comunico* – роблю загальним, пов'язую), яку сприймають як установлення системою зв'язків із необхідними об'єктами навколишнього середовища, формуючи таким чином необхідне індивідуальне навколишнє середовище (Маца, 2008). Вважають, що всі відкриті системи комунікативні, оскільки ця властивість є синонімом відкритості (Гольшев, 2011). Водночас реальна сукупність різноманітних зв'язків системи з навколишнім середовищем містить і такі, які не спрямовані на формування їхнього функціонального середовища. Такими, наприклад, є тимчасові зв'язки з антропогенними елементами або діями. Тобто це некомутативні явища.

Щодо явища компенсації, то це явище, за якого у відповідь на будь-який вплив середовища реакція системи розвивається таким чином, щоби максимально зберегти внутрішню структуру (Молчанов, 1975). При цьому система вмикає своєрідний компенсаційний механізм, котрий генетично вирівнює, скерований на повернення певного природного територіального утворення до вихідного стану, котрий діє як реакція на збурення системи. Виникає компенсаційний характер складності систем як явище, за якого у відповідь на будь-який вплив середовища реакція системи розвивається таким чином, щоби максимально зберегти внутрішню структуру (Молчанов, 1975).

Щодо додатковості, то це діалектична єдність, примирення протилежностей. Наприклад, стабільність і зміни, порядок й анархія, планування та невтручання (Соколов, 2002). Саме їх балансова впорядкованість у межах природних територіальних систем на найвищому рівні інформаційного контролю й здійснюється явищем емерджентності.

Порогові ефекти мають декілька трактувань:

- ефект пов'язаний із явищем, коли в разі досягнення одним процесом певного рівня своєї інтенсивності інший процес різко (стрибкоподібно) змінює свою інтенсивність або й напрям. Так, за ущільнення ґрунту до певної величини (вона коливається від 1,2 до 1,45 г/см³) різко змінюються інші процеси в ньому: швидкість фільтрації зменшується практично до нуля, пригнічуються дифузія повітря й газообмін між ґрунтом та атмосферою, практично припиняється ріст коренів рослин і життєдіяльність багатьох видів мікроорганізмів (Гродзинський, 2014);
- явище, яке характеризується найменшою величиною межі прояву чого-небудь, причому поріг чутливості (відчуття) є статистично визначеною точкою на континуумі впливу, у якій рівень енергії достатній якраз для того, аби відстежити вплив. Тобто це статистично визначена точка у величині відмінності між рівнями енергії двох впливів, яка є достатньою, аби встановити, що ці два впливи дійсно різняться між собою. Вона характеризується мінімальною енергією впливу, достатньою для того, щоб зумовити ледь помітні зміни (реакції) в територіальній системі. Чим нижчий поріг чутливості, тим більша чутливість територіального утворення й навпаки (Петлін, 2016а).

Отже, порогові ефекти видаються суто внутрісистемним проявом. Водночас такий ефект є результатним наслідком декількох взаємопов'язаних процесів. Вони неначе перебувають у стані очікуваності й, за досягнення певного рівня інтенсивності одного з них, вмикають пороговий ефект. Таке явище має бути закладене в програмній організованості сукупності процесів територіальної системи, а отже, контрольоване її інваріантом.

Щодо явища симетрії-дисиметрії, то його емерджентне підґрунтя полягає в тому, що проявляється воно в структурно-функціональній організованості систем, яка контролюється системною цілісністю, що перебуває під фоновим тиском саме емерджентного ефекту.

Отже, зазначені принципи емерджентності поєднують у собі залежності, контрольовані як індивідуальними якостями природних територіальних систем, так і особливостями їх взаємозв'язків із навколишнім функціональним середовищем. При цьому тут активно задіяні як внутрі-, так і міжсистемні інваріанти. Водночас, оскільки емерджентні ефекти переважно зовнісистемні, то й пріоритет у їх закономірному системному прояві належить міжсистемним інваріантам.

Найчастіше емерджентність у науковій літературі розглядають як складну властивість природних систем. У цьому аспекті її трактують як:

- нові, унікальні властивості природних систем, що виникли внаслідок синергетичної взаємодії її компонентів, тобто які характеризують

територіальну систему як цілісне утворення й не є характеристиками її формувальних складових. Насамперед до них належить внутрішня функціональна структура ландшафтних систем, що проявляється у вигляді сукупності системоформувальних зв'язків як у межах самих територіальних утворень, так і системи з її ландшафтним оточенням (Петлін, 2005), тобто це властивість сукупності, що не є сумою або середньозваженою властивістю окремих компонентів сукупності (Жилин, 2006);

- така системна властивість, як емерджентність, обов'язково характеризується просторово-часовими ознаками. Її розуміють як одержання нових властивостей геосистемами під впливом просторово-часових характеристик (Боков, 1990);
- нові, унікальні властивості природних територіальних систем, що виникли внаслідок синергетичної взаємодії її компонентів (Курдюмов, 1989);
- властивості природних територіальних систем, які їх характеризують як цілісне утворення і не є характеристиками її формувальних складових. Насамперед до них відносять внутрішню структуру ландшафтних систем, що проявляється у вигляді сукупності системоформувальних зв'язків як між самими територіальними утвореннями, так і між їхнім ландшафтним оточенням (Петлін, 2005 б).

Оскільки властивість – це системна категорія, яка формується взаємозв'язками й взаємовідношеннями як із внутрішніми структурними частинами об'єкта, так і з його оточенням (середовищем), та характеризується емерджентно-інваріантними ознаками (Петлін, 2009), то властивість саме як емерджентність повинна характеризувати відношення цілісності територіальної системи з її навколишнім середовищем як контрольним і системоформувальним чинником. Оскільки результатна дія такої властивості ідентична для будь-яких природних систем, то вона явно має фоновий характер. При цьому межі дії цього фону не визначені. Водночас, якщо властивість повна характеризується емерджентно-інваріантними ознаками, то саме емерджентне відношення до системної інваріантності є зворотним контролем, тобто не інваріант здійснює контрольні функції щодо емерджентності, а емерджентність контролює виникнення й розвиток системних інваріантних функцій. При цьому такий емерджентний контроль не має системної індивідуальності – він фоновий. Інваріантна ж індивідуальність виникає внаслідок наявності просторової диференціації ландшафтоформувальних компонентів.

Виступає емерджентність і як функція. У такій ролі вона впливає на просторово-часові властивості екосистем (геосистем, природних територіальних систем). Часто її сприймають як нову якість або сукупність таких

якостей, що виявляються в системі (ландшафтні, екосистемні) за умов зміни кількості її складових. Це здатність набувати непередбачуваних нових властивостей, які виявляються за умов поєднання певних складових, жоден з яких окремо цих властивостей не має (Петлін, 2016 а). Постає запитання: як здатні виникнути непередбачені нові системні властивості, якщо емерджентність – це переважно фоновий інформаційний вплив. Справа в тому, що такий фоновий емерджентний вплив «наштовхується» на диференційовану за компонентними й структурними ознаками природу, яка на рівні територіальних утворень характеризується індивідуальними інваріантами і, як наслідок, відзначається функціональним просторовим різноманіттям. Такий симбіоз породжує на рівні індивідуальних територіальних систем відповідні функціонально зумовлені реакції на фоновий емерджентний вплив, який діє через системну цілісність. Виникають функціональні мінливості, викликані саме емерджентним впливом.

Складністю характеризуються емерджентні якості територіальних систем у критичному стані. Загалом поняття «критичний» розглядають як таке, що пов'язане з критичним станом, винятково складним і небезпечним для об'єкта, означає також як спроможність оцінювати позитивне й негативне в будь-чому (Словник української мови, 1973). Щодо критичного стану природних територіальних систем, то це їх нестійкий стан, за якого наступна зміна, особливо викликана тривалим впливом, здатна привести до зміни інваріантної структури, або до припинення ним виконання попередніх, наприклад соціально-економічних функцій, або до негативних наслідків для господарства й здоров'я населення. Критичний стан територіальних систем часто ототожнюють із критичним навантаженням. Для виводу таких систем із критичного стану часто досить зменшити вплив на нього. Під час виходу з критичного стану система ще здатна повернутися до наближено попереднього стану. Знання критичних станів – необхідна умова збереження стійкості, наприклад, ландшафтів, а також діяльності з керування ландшафтами (Дедю, 1990).

У межах критичного стану територіальних утворень виникає емерджентно-структурна критичність як взаємодіюча сукупність структурних складових системи в критичному стані, яка може характеризуватися надзвичайно послабленим реагуванням на зовнішні флуктуації, сконцентрувавшись на внутрішніх процесах самоорганізації. Такий феномен виходить за межі традиційної критичності лише в колективному (емерджентному) реагуванні (Петлін, 2013). Щодо не цілісно-системних утворень, а окремих структурних складових або елементів, то, перебуваючи в критичному стані вони характеризуються найвищою чутливістю до мінливості функціонального середовища. Саме тому навіть за нормальних ритмів функціонування територіальним системам «вигідно» залишати одну зі своїх структурних складових у критичному стані, що забезпечує їм можливість своєчасного

реагування на мінливість функціонального оточення. Тут емерджентний вплив відіграє структурно-стабілізувальну роль і надає системам навіть за наявності стадії глибокого якісного перетворення час для обрання найбільш оптимального шляху розвитку. При цьому значну роль у цьому процесі належить інваріантам систем. Чим він стійкіший, тим час, виділений за допомогою емерджентного впливу, стає більш протяжним.

Оскільки розвиток будь-якої природної територіальної системи є програмований її навколишнім середовищем, то виникає також програмна емерджентна якість у вигляді загальної мети й водночас критерію та інваріантного обмежувача можливих динамічних коливань, напряду й швидкості еволюційних змін територіальних систем, які задані поєднаними природними територіальними утвореннями з метою гармонізації певної ділянки ландшафтної сфери (Петлін, 2005 б). Програмована емерджентність здійснює такі організаційно-регульовальні функції через цілісність територіальних систем. Спрямовано підтримуючи цілісність, така функція емерджентності стабілізує цілеспрямований розвиток систем на фоні численних можливих флуктуацій. При цьому підтримка цілості водночас є підтримкою її рухомого апарату у вигляді системної інваріантності.

Отже, емерджентні властивості природних територіальних систем, які інколи сприймають як емерджентні характеристики, трактують як:

- нові, унікальні властивості природних територіальних систем, які виникли внаслідок синергетичної взаємодії її компонентів (Хакен, 1980);
- властивості природних територіальних систем, які характеризують територіальну систему як цілісне утворення і не є характеристиками її формувальних складових. Насамперед до них належить внутрішня структура ландшафтних систем, що проявляється у вигляді сукупності системоформувальних зв'язків між самими територіальними утвореннями і їхнім ландшафтним оточенням (Петлін, 2005 б);
- властивість сукупності, яка не є сумою або середньозваженою властивістю окремих компонентів сукупності (Жилин, 2006).

Зазначені властивості є результатним впливом емерджентності на організованість територіальних систем. Сама ж емерджентність є зовнішнім фоновим контрольним впливом на інваріантну системну територіальну цілісність, котра спрямовано надає їй просторово-часової стабільності й цілеспрямованого розвитку.

Вважають, що емерджентна організованість складних системних утворень підпорядкована закону емерджентності, який свідчить, що для того, щоб система максимально реалізувала свій потенціал ефективності, потрібно передусім, щоб система максимально проявила свої емерджентні (системні) властивості. Саме тоді ефект дії системного цілого максимально перевищуватиме суму ефектів дії окремо взятих підсистем. Для цього

потрібно, щоб реалізувалися дві, часто взаємопротилежні передумови: децентралізації оперативної діяльності окремих підсистем і централізованого регулювання їхньою діяльністю на рівні системи загалом (Мельник, 2012). Щодо, наприклад, ролі гармонійної складової в організованості територіальних систем, то цей закон може мати таку інтерпретацію: щоб система максимально реалізувала свій потенціал ефективності, потрібно, щоб її емерджентні властивості були всебічно підтримані контролюючою гармонійною складовою, яка здатна забезпечити стабілізувальний емерджентний вплив на компоненти й функціональні структури системи. Отже, закон емерджентності поєднує емерджентно контрольовані індивідуальні й цілісно-інваріантні поєднувальні організаційні функції територіальних утворень у їх цілеспрямованому розвитку.

Те, що емерджентність (неадитивність) вважають властивістю системи, яка втілює уявлення про те, що ціле має властивості, що не можуть бути виведено як наслідок із властивостей окремих частин (Геселева, Заріцька, 2013), абсолютно правильно. Водночас потрібно зазначити, що емерджентність – це фоновий контрольно-стабілізувальний інформаційний зовнішній вплив на цілісно-інваріантну сутність територіальних систем.

39. ІНВАРІАНТНО-ГІСТЕРЕЗИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Просторово-часова організованість природних територіальних систем значною мірою пов'язана й контролюється їхнім навколишнім функціональним середовищем, де головну роль відіграють міжсистемні інваріанти. Ситуація ускладнюється тим, що це середовище перебуває в постійній неоднорідній мінливості. Її різноманіття залежить від кількості дотичних територіальних систем, що реалізується в просторово-функціональній неоднорідності впливу на систему й виникнення в ній відповідної мінливості серед структурно-функціональних складників. Такий стан мінливого та середовищнозалежного розвитку територіальних утворень характеризується як гістерезисний.

Поняття «гістерезис» (грец. *ὕστερησις* – той, що відстає, пізніший) означає неоднозначну залежність зміни фізичної величини, яка характеризує стан або властивість системи, від зміни фізичної величини, що характеризує зовнішні умови. Вважається, що термін уведений шотландським фізиком Джеймсом Альфредом Евінгом (James Alfred Ewing). Гістерезис зумовлений незворотними змінами в системі, які виникають під дією зовнішніх чинників, унаслідок чого система після припинення дії на неї характеризується так званими залишковими властивостями (залишковою деформацією тощо) (Гістерезис, 2010).

Поняття «залишковість», наприклад у ландшафтознавстві, сприймається як загальна властивість ландшафтів, що полягає в тому, що під час перебудови літогенної основи (зародження нових ландшафтів) найбільш підвищені його частини залишаються незмінними, своєрідними останцями обтікання, реліктами минулого ландшафту (Мамай, 2005). Залишкові властивості внаслідок реалізації гістерезисних явищ у територіальних системах виникають як інваріантно підтримувані явища, процеси, зв'язки, які були притаманні попереднім станам. Їх поділяють на компонентні та структурні. До компонентних належать стійкі інваріантно підтримувані компонентні властивості: певні форми рельєфу, фрагменти попередніх ґрунтів, залишки попередніх фітоценозів тощо; до структурних – збережена просторова організованість міжструктурних зв'язків, попередній принцип просторово-міжструктурного розподілу ентропії та негентропії тощо. Інваріантна підтримка залишкових властивостей у територіальних системах свідчить про те, що вони для них є організаційно необхідними, оскільки забезпечують загальну організаційну стабільність. Перебування залишкових властивостей у новому стані територіального утворення можливе лише у випадку їх узгодження із сукупністю інших системних властивостей. Як

наслідок, виникає організованість сукупності системних властивостей, яка характеризується взаємоузгодженістю, ієрархічністю й мінливою стабільністю.

Оскільки гістерезис у природних територіальних системах стосується залежностей мінливості їхніх станів від мінливих властивостей навколишнього функціонального середовища, а стан системи – це стійка емерджентна сукупність структурних властивостей системи в певний проміжок часу, яка є проявом, а також мірою розвитку й водночас інформацією про їх функціонування в межах інваріанта (Петлін, 2008), то гістерезис повинен характеризуватися залежністю від системних інваріантів. Тобто на його реалізацію впливають і контролюють сукупності внутрі- й міжсистемних інваріантів.

Отже, гістерезис спостерігаємо в тих випадках, коли стан системи визначається не лише незалежними від неї зовнішніми умовами в цей момент часу, але й її попереднім станом. Отже, за однакових зовнішніх умов система може перебувати в різних дійсних станах. При цьому функціональні структури природних територіальних систем у стані гістерезисної мінливості, перебуваючи на еволюційних стадіях до самоорганізації, приходять до кожної еволюційної стадії в різний час. Значною мірою це залежить від контрастності міжсистемного середовища. Чим воно контрастніше, тим швидше розвиваються дотичні до нього функціональні структури системи. Постає запитання: яку ж роль при цьому відіграють системні інваріанти? Інваріанти через властивості системної цілісності спрямовано гальмують перехід територіальних систем до наступних еволюційних стадій, залишаючи структури на прискореному зворотному розвитку нижчих рівнів організованості.

Те, що відбувається в територіальних утвореннях у стані мінливого гістерезису, можемо проілюструвати на відповідних умовних графіках (рис. 38.1; 38.2; 38.3; 38.4).

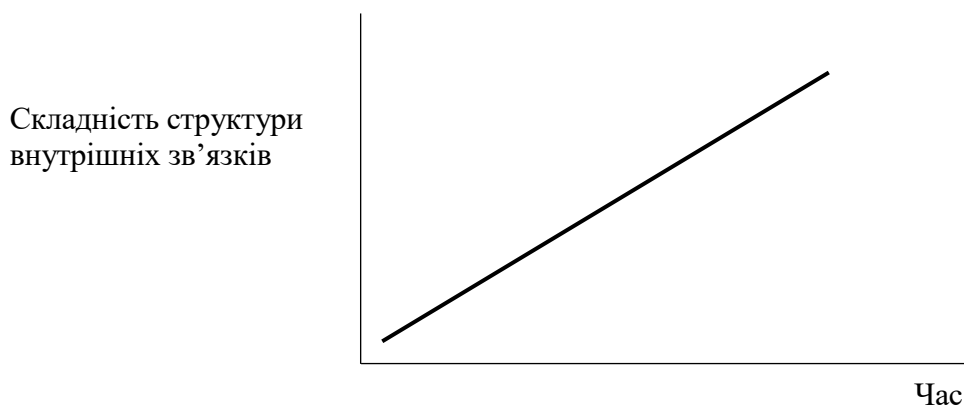


Рис. 38.1. Мінливість складності структури внутрісистемних зв'язків в процесі зміни еволюційних стадій

Таке явище впливає на гістерезисну ситуацію в територіальних системах шляхом послаблення її організаційно-формувальної ролі.

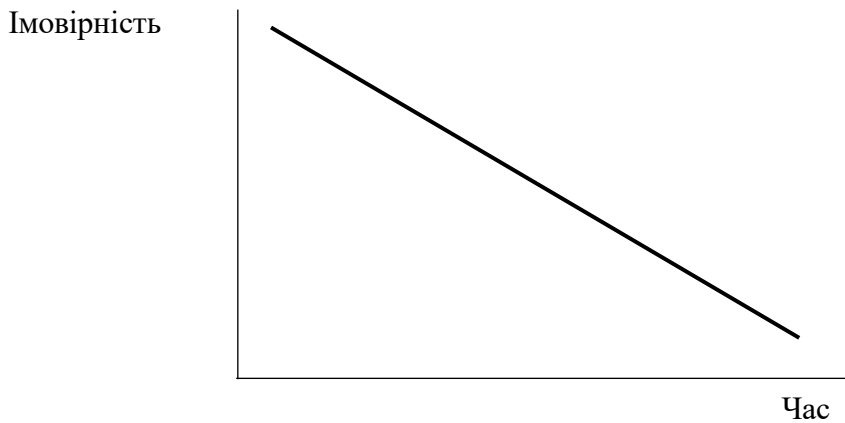


Рис. 38.2. Мінливість величини ймовірності внутрісистемної мінливості у процесі зміни еволюційних стадій системи

Якщо на ранніх еволюційних стадіях загального розвитку природні територіальні системи характеризуються високою ймовірністю передбачення організаційної мінливості, то з їх перебігом ймовірність знижується й на стадії самоорганізації досягає мінімуму.

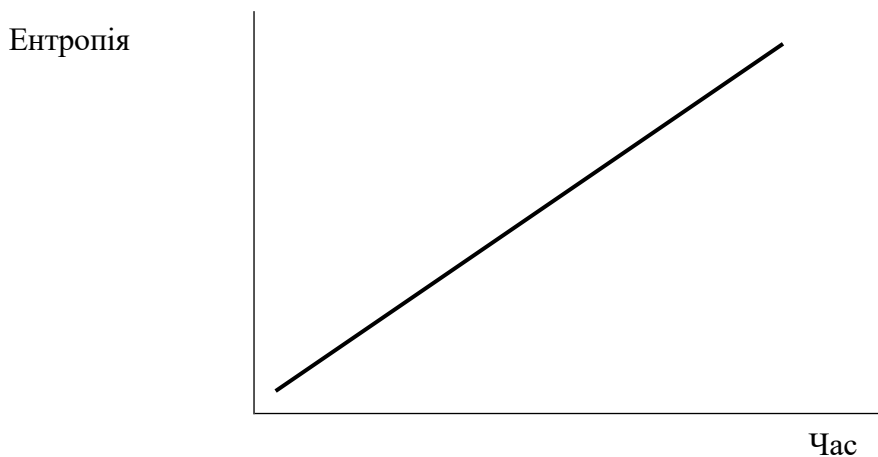


Рис. 38.3. Мінливість величини ентропії в процесі перебігу еволюційних стадій у системах

Системи зароджуються з найменшими величинами внутрішньої ентропії, але в процесі перебігу еволюційних стадій системного розвитку ентропія зростає й досягає максимуму на стадії самоорганізації.

Можливість зовнішнього контролю

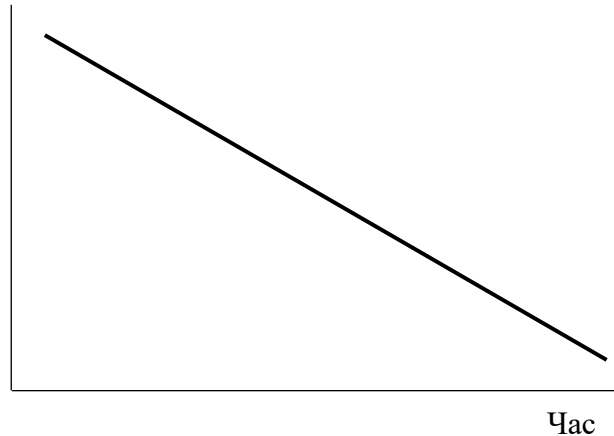


Рис. 38.4. Мінливість можливості зовнішнього контролю за мінливістю територіальної системи в процесі перебігу еволюційних стадій

Отже, різноманіття показаних на графіках організаційних показників територіальних систем свідчить, що тут наявні прямі й зворотні залежності щодо системного регулювання гістерезисних явищ. При цьому значну роль відіграють сукупності внутрі- й міжсистемним інваріантам, котрі контролюють як організаційно-системні, так і безпосередньо гістерезисні явища.

Терміном «гістерезис» слугують також під час опису макросистемних процесів. Це процеси, притаманні макросистемним територіальним утворенням, тобто вони представлені такими складними територіальними утвореннями, як популяції, біоценози, біогеоценози, геосистеми, ландшафтні системи. Унаслідок гістерезисних явищ такі системи реагують на зміну зовнішніх чинників зміною свого стану, але не повертаються в попередній стан у той час коли зовнішні чинники більше не діють на них. Такі явища існують коли системні інваріанти внаслідок гістерезисних впливів перебудовуються (певним чином змінюють ситуацію в підконтрольній системі) й територіальне утворення продовжує організаційний розвиток уже в іншому стані.

Наслідком дії в територіальних системах гістерезисних явищ, процесів, зв'язків є ефект гістерезису. Він полягає в тому, що система «пам'ятає» про свою історію. Тобто існує певний зв'язок системи з попередньою материнською системою. Можна сказати, що етап атрактивного розвитку системи пов'язаний з властивостями попередньої системи. Системоформувальні чинники, які перейшли до нової системи без якісних змін, можна назвати гістерезисними. Зазвичай вони становлять найстабільнішу частину інваріанта нової системи (Петлін, 2016б).

40. ІНВАРІАНТНІСТЬ ІЄРАРХІЧНО УСКЛАДНЕНИХ ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Будь-яка природна територіальна система належить до певної ієрархічної конструкції й займає в ній закономірно-організаційне місце. Загалом поняття «ієрархія» трактують як:

- одну з найголовніших властивостей природних територіальних систем та принципів керування. Розміщення й функціональне підпорядкування частин або елементів цілого, його підсистем у певному порядку, від вищого до нижчого (Мусієнко, Серебряков, Брайон, 2002);
- явище входження менш складно влаштованих територіальних систем на рівні підсистем у більш складні системні утворення. За складністю організації всі такі системи утворюють єдиний ієрархічний ряд або таксономічну систему. У ній (від нижчих одиниць до вищих) виділяють фацію, підурочище, урочище, місцевість, ландшафт, фізико-географічний район, фізико-географічну провінцію, фізико-географічну зональну область, фізико-географічну країну. У сфері ландшафтознавства знаходяться всі одиниці таксономічної системи від фації до ландшафта уключно. Інші об'єкти вивчає фізико-географічне районування (Мамай, 2005);
- функціональну підпорядкованість менших екосистем більшим. Прикладом ієрархії може бути ряд фація–урочище–місцевість–ландшафт–ландшафтна зона–фізико-географічний сектор–ландшафтна сфера. Кожен рівень ієрархії має свої особливості колообігу речовин: на перших рівнях переважають вертикальні зв'язки, на наступних рівнях основну роль відіграють горизонтальні, тобто латеральні, зв'язки (Льєнко, 2006);
- одну з найголовніших властивостей природних систем, яка має відображення в найбільш загальному принципі керування через функціональне підпорядкування частин між собою та емерджентному цілому (Петлін, 2009);
- структуру з наявністю підпорядкованості, тобто нерівноправних зв'язків між елементами під час встановлення збільшеного впливу в одному з напрямків чи дії на елемент, ніж в іншому (Системні дослідження навколишнього середовища, 2019).

Ієрархія є апаратом керування. При цьому переважаюча частка цього керування інваріантно зумовлена. Тобто інваріантність притаманна кожному рівню ієрархії й індивідуальним утворенням у межах цих рівнів. Завдяки цьому керівні дії здійснюються на міжсистемному інваріантному рівні.

Щодо безпосередньо ієрархії складних природних територіальних систем, наприклад ландшафтних, то вона полягає в розміщенні окремих

ієрархічних рівнів, порядку компонентних особливостей на кожному рівні, особливостей складу ландшафтних систем на цьому рівні, структурно-функціональній організованості на кожному ієрархічному рівні тощо. Серед зазначених вище особливостей ландшафтно-ієрархії виділяють емерджентно-системні й компонентні види. До перших відносять склад ландшафтних систем на кожному ієрархічному рівні, який при цьому тісно взаємопов'язаний із нижнім і верхнім сусідніми рівнями, а також структурно-функціональну організованість на кожному ієрархічному рівні. До другого – суто компонентні особливості (літогенна основа, води, атмосферні чинники, біота) (Петлін, 2018). Кожна із зазначених особливостей такої ієрархії значною мірою залежить від наявних інваріантно-системних властивостей. Так, розміщення окремих ієрархічних рівнів у межах територіальної ієрархічної піраміди, зокрема, контролюється інваріантом більш високого ієрархічно-організаційного рівня. Компонентні особливості на кожному ієрархічному рівні залежать від ієрархії їх інваріантно організованості (наприклад для фацій – це мікрорельєф, а для урочищ – мезорельєф). Структурно-функціональна організованість на кожному ієрархічному рівні є результатним наслідком сукупної дії міжсистемних інваріантів дотичних територіальних систем.

Загалом ієрархія в територіальних утвореннях перетворюється на їх властивість у вигляді ієрархічності. Поняття ієрархічності сприймають як:

- властивість територіальних систем, яка дає змогу їх групувати за рангами. Наприклад, планетарні, фізико-географічні країни, області, провінції, райони, ландшафти, урочища, фації (Зубов, 1985);
- послідовну підпорядкованість елементів і підсистем у системі (Маца, 2012);
- властивість природних систем бути згрупованими за рангами, представленими послідовною їх підпорядкованістю (Петлін, 2017).

Ієрархічність як низка підпорядкованих підсистем та їхніх властивостей під дією міжсистемних інваріантів утримує всю ієрархічну територіальну піраміду в стабільному стані. При цьому ієрархічна будова систем – це не лише загальнонаукове узагальнення, але й один із засобів аксіоматизації теорії множин, що дає змогу уникнути логічних суперечностей, пов'язаних із неконтрольною побудовою об'єктів з елементів одного типу (Whitehead, Russel, 1910–1913; Френкель, Бар-Хиллел, 1966).

Взаємодія між суміжними ієрархізованими територіальними системами призводить до виникнення перериваючої ієрархії. Вона належать не одній, а двом суміжним ієрархічним конструкціям і часто відіграє роль своєрідних містків між їхніми організованостями. При цьому стійкість таких ієрархій зростає, оскільки контролюється значно більшою кількістю стабілізаційних механізмів (Петлін, 2018). У такій складній ієрархізованій дуальній системі діють два внутрісистемних інваріанти. Для існування

інваріантно стабільного стану в таких територіальних утвореннях обидва інваріанти повинні бути взаємоузгодженими. Як наслідок, узгодженими повинні бути їхні програми розвитку, структурно-функціональна організованість, динамічна та еволюційна мінливість.

Оскільки переважаючі контрольні функції в ієрархічно ускладнених природних територіальних системах належать сукупності інваріантів, які мають інформаційний зміст, то закономірно виникає інформаційна ієрархічність, яку сприймають як інформаційно зумовлену властивість, спрямовану на виникнення рангової нерівності й послідовної підпорядкованості систем (Петлін, 2017). Особливістю інформаційної ієрархії є те, що від цілісного загального інформаційного поля ієрархія розбивається на складові (інформаційні поля окремих природних територіальних систем, потім знову поєднується в цілісне міжсистемне інформаційне поле й знову, розбиваючись на складові, їхні інформаційні поля поєднуються в поле стану системи. Така ієрархія відображає переважаючі інформаційні зв'язки, оскільки кожна ієрархічно вища сходинка впливає на всі ті, що перебувають нижче. Інформаційні взаємодії, зокрема інваріантно контрольовані, характеризуються мінімальним часом реакції-відповіді на будь-яку зовнішню мінливість. Саме тому інформаційна інваріантність відзначається просторово-часовою стабільністю й цільовою спрямованістю.

Тут пріоритетні саме ієрархічно-інформаційні взаємодії. Їх розуміють як функціонально спрямований багаторівневий інформаційний взаємовплив між системами або між їхніми структурними складовими, який зумовлює в кожній із них розряд енергії за величиною, що перевищує силу впливу, спрямовану на їх просторово-часову впорядкованість. У такій взаємодії ключовими моментами є закономірності утворення ієрархічної підпорядкованості й просторово-часового функціонування ієрархічно організованих природних територіальних систем (Петлін, 2013), а також взаємодії між ієрархічними рівнями інформаційної організованості територіальних утворень. Такі види ієрархічних взаємодій не автономні, а тісно взаємопов'язані. Оскільки інформаційну організованість у територіальних утвореннях переважно контролює сукупність притаманних їм внутрі- й міжсистемних інваріантів, то вся інформаційна ієрархія цих складних систем є інваріантно контрольованою.

Наслідком такої інваріантно-інформаційної контрольованості є формування ієрархічно-інформаційної організованості природних територіальних систем. Це закономірне природне явище, де закони, принципи, закономірності мають незворотний характер. Відповідно до переміщення за структурними (рівнями) ієрархії, що відбувається в напрямі знизу вгору – від місця впливу до ландшафтної сфери; вона бере безпосередню участь у контролі, а часто й зміні глобальних процесів, а отже, сприяє їх переведенню на новий еволюційний рівень (Петлін, 2018).

Мінливість ієрархічно ускладнених природних територіальних систем реалізується як перебіг їхніх станів, тобто вона має етологічний зміст. Безпосередньо етологічний стан має подвійне значення – стан наукового напрямку «етологія» й складова загального стану територіальної системи, яка поділяється на суто етологічну та неетологічну. Найчастіше дослідник має справу з етологічною складовою станів. Перебіг етологічних станів формує динамічну організованість територіальних систем. Отже, етологічна організованість природних територіальних систем – це безперервний зовнішньо та внутрішньо контрольований процес становлення, збереження й закономірного руйнування етологічних станів системи (упорядкованості її станової мінливості), зумовлений наявністю програмованого та контрольованого розвитку системи (Петлін, 2016б). Такий контроль характеризується значною стабільністю, оскільки є наслідком контрольних дій із боку як внутрі-, так і міжсистемного інваріантного впливу.

Щодо безпосередньо етологічної ієрархії, то її сприймають як:

- домінування одних природних територіальних систем над іншими, які, своєю чергою, можуть домінувати над наступними (Мусієнко, Серебряков, Брайон, 2002);
- ієрархію, спрямовану на вивчення ієрархічної організованості організаційних механізмів, зокрема керівних і контролюючих, у межах різноманітних територіальних ієрархічних утворень у їх функціональному й еволюційному розвитку (Петлін, 2018).

Отже, етологічна ієрархія представлена ієрархічно підпорядкованими, інваріантно контрольованими станами природних систем у їх функціональній, динамічній та еволюційній мінливості, що становить основу для розвитку цілісної системної організованості. При цьому значну роль знову-таки відіграють інформаційні залежності у вигляді контрольних сигналів і своєчасного вмикання захисних механізмів.

Оскільки інформаційна ієрархія ґрунтується на інформаційно зумовленому підпорядкуванні й фактично репрезентує контрольні функції одних систем над іншими, певного ієрархічного рівня – над своїми складовими та цілісної територіальної ієрархічної конструкції – над складовими рівнями (Петлін, 2018), то тут безпосередньо задіяні різнорівневі сукупності міжсистемних інваріантів. Такі сукупності містять як міжсистемні інваріанти серед дотичних територіальних систем, так і міжрівневі інваріанти. Такі міжсистемні інваріанти є інформаційними утвореннями, що містять інформацію про стан міжсистемних інваріантів дотичних територіальних систем на певному рівні ієрархічної організованості цілісної територіальної піраміди. Уже сукупність міжрівневих міжсистемних інваріантів формує інваріант цілісного ієрархічного утворення.

Для того щоб цілісна ієрархічна система була узгоджено стабільною в розвитку, вона повинна бути об'єднана певною сукупністю різноманітних

ієрархічно зумовлених процесів. При цьому процесну ієрархію відображає процесне підпорядкування між взаємодіючими природними територіальними системами. Вона, як і функціональна, поділяється на нейтральну, провідну (домінуювальну) та підпорядковану. Причому результатний вплив процесів здатний виводити одну або декілька взаємодіючих елементарних територіальних систем за межі їхнього інваріанта, тобто може бути причиною їхнього якісного розвитку (Петлін, 2018). При цьому загальний інваріант певного ієрархічного рівня територіальної організованості залишається стабільним, оскільки відбувається перерозподіл функцій із трансформованого індивідуального інваріанта між сукупністю всіх інваріантів відповідного рівня.

Те, що ми вище розглядали, належить загальній структурній організованості ієрархічно ускладненої природної територіальної системи. Загалом структурну ієрархію часто розглядають як складову природи вищих рівнів щодо нижчих. Те, що для нижчих рівнів є структура–порядок, для вищого – безструктурний елемент хаосу, будівельний матеріал (Буданов, 2006). У цьому визначенні безумовно сплутано дві структурні організованості структуру територіальної системи й структуру територіальних систем ієрархічну. Більше-того, видається доволі сумнівним твердження, що для другої структури перша представлена хаосом. У ієрархічному ряді ця внутрішня структура територіальних систем просто не враховується, оскільки це лише порядковий номер. Якщо ж перейти на рівень функціонального аналізу й синтезу, то тут можливі доволі значущі залежності. Отже, ієрархічну структуру складних територіальних систем потрібно розглядати не лише як підпорядковано-функціональну структуровану сукупність просторово-часових зв'язків із наявністю чітко ситуаційно виокремленої керівної ланки, яка відповідає як індивідуальному стану системи, так і стану її функціонального оточення (Петлін, 2009), але і як сукупність взаємопов'язаних рівнів єдиної ієрархії складених сукупністю поєднаних індивідуальних територіальних систем, що утворює цілісну ієрархічно ускладнену територіальну систему з усукупненим системним інваріантом.

Функціональна (наприклад плеромозумовлена) ієрархія належить до міжсистемного ієрархічного утворення та репрезентує специфіку функціональної мінливості поєднаних територіальних систем насамперед елементарного рівня, наприклад ландшафтних фацій. Така ієрархія ґрунтується на виділенні нейтрального, провідного й підпорядкованого функціонування. За нейтрального функціонування взаємодія елементарних систем переважно спрямована на взаємопідтримання на рівних правах функціонального потенціалу кожної системи (Петлін, 2018); за провідного – вищий ієрархічний рівень завжди є фоново-провідним до функціонування систем нижчого ієрархічного рівня, тобто здійснює фоновий контроль на рівні міжсистемних інваріантів, залишаючи індивідуальним інваріантам контрольованих систем

значну автономність. За підпорядкованого – ієрархічно вищий організаційний рівень здійснює такі контрольні функції щодо нижчих рівнів, за яких у системах цього рівня значно обмежуються можливості автономного функціонування, тобто таке керування відзначається значною жорсткістю.

Оскільки ієрархічно ускладнені територіальні системи відзначаються не лише функціональністю, а й структурністю, то в них виникає функціонально-структурна ієрархія. Вона належить усім без винятку природним територіальним системам, будь-яким ієрархічним рівням або самим ієрархічним конструкціям як цілісним утворенням. Головними причинами її виникнення є неоднорідність навколишнього середовища й відмінності у функціонуванні периферійних і центральних ділянок систем. Така ієрархія свідчить про наявність підпорядкованості переважно між функціонально-структурними частинами ієрархізованих систем (Петлін, 2018). Контроль за стабільністю функціонально-структурної територіальної ієрархії належить сукупностям міжсистемних інваріантів, представлених дотичними складними ієрархізованими територіальними утвореннями.

Ієрархічність у природних територіальних системах супроводжується властивістю домінантності, яку сприймають як здатність певних систем або їх взаємопов'язаних сукупностей у межах ієрархічно вищого територіального утворення займати панівне положення й здійснювати переважаючий вплив на хід системоорганізаційних процесів. Домінантність природних територіальних систем – одна з головних та обов'язкових ознак організованості природи загалом і природних територіальних систем зокрема. Вона репрезентує здатність окремої природної системи, їх взаємопов'язаної сукупності, видів тощо займати в ієрархічно вищій системі панівне становище й чинити переважаючий вплив на хід організаційних, зокрема еволюційних, процесів. Ґрунтується домінантність на явищі домінування (Петлін, 2018) – відношення, за яких певна система (системи) контролює іншу. Наявність явища домінування означає, що в інваріантів взаємодіючих територіальних систем може існувати нерівність (підпорядкування). Це не означає, що системи з підпорядкованим інваріантом характеризуються меншою стабільністю або узгодженістю з дотичними територіальними утвореннями. Навпаки, системи з таким інваріантом перебувають під дією додаткового міжсистемно інваріантного контролю, який сприяє більш швидкому виходу системи зі стану зовнішнього навантаження.

Реалізується різноманіття, процесів, зв'язків, явищ тощо в територіальних системах у їх просторово-часовій організованості. В ієрархічно ускладнених системах виникає ефект організаційної інваріантності, який значною мірою залежить від рівнів організації природних територіальних систем. Їх доцільно розуміти як ієрархічно підпорядковані рівні організації взаємодіючих і взаємозалежних систем, що відображають рівні їх функціонального, структурного ускладнення (Петлін, 2016б). При цьому такий

ефект стосується й сукупності інваріантних залежностей в ієрархізованих системах. Це реалізується як ієрархічно підпорядковані сукупності взаємопов'язаних інваріантів у межах ієрархічно підпорядкованих рівнів структурної організованості цілісної ієрархізованої системи, які формують усукупнений інваріант цілісної ієрархізованої системи.

При цьому як структурно-функціональні складові ієрархізованих систем, так і притаманні їм інваріанти часто характеризуються різночасовим розвитком. Про це, наприклад, свідчить закон різночасового розвитку (видозміни) підсистем у великих системах. Відповідно до нього, системи одного рівня ієрархії зазвичай, підсистеми систем більш високої організації) розвиваються здебільшого не строго синхронно (несинхронність рівнів розвитку). Така несинхронність у розвитку територіальних систем примушує притаманні їм гармонійні складові мати також несинхронний розвиток структурних складових, що загалом ускладнює їх організованість. Водночас завдяки цьому зростає різноманіття внутрігармонійних зв'язків, що надає можливість адекватно здійснювати інваріантний контроль і необхідні корегувальні функції щодо розвитку цілісної системи.

41. ІНВАРІАНТНА ІНДИВІДУАЛЬНІСТЬ ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Поняття «індивідуальність» (англ. *individuality*; лат. *individuum* – неподільне, неповторне) сприймають як властивості характеристик, які відрізняють одну систему від іншої. Це неповторна своєрідність будь-якого явища притаманного природній системі. Загалом, індивідуальність характеризує єдність якостей, відзнак індивідуального утворення, протиставляючи типовому (загальному, притаманному всім елементам цього класу чи значній її частині). Індивідуальність проявляється в рисах своєрідності організованості, функціонування, характеру інших мінливостей, у специфіці зв'язків з навколишнім функціональним середовищем, якостей міжкомпонентних і міжсистемних процесів) та інформаційно-енергетичних явищ (наприклад ентропійних), потреб у ресурсах і здатності до самовідтворення після деструктивних впливів. Передумовою формування індивідуальності природних територіальних систем слугують системоформувальні компоненти, властивості яких змінюються в процесі розвитку системи, що має міжсистемний характер, породжуючи широку варіантність проявів індивідуальності. Система стає індивідуальною, коли її власна організованість наповнюється поодинокими та особливими неповторними властивостями. Індивідуальні якості будь-якої територіальної системи формуються на основі індивідуальних (інваріантних) особливостей, наприклад просторово-часова стійкість, інтенсивність внутрісистемних, зокрема міжструктурних процесів тощо.

Отже, індивідуальність – це неповторні якості окремої територіальної системи, своєрідні особливості, які належать лише їй. Особисті якості системи, притаманні їй якості, прояв реакцій на зовнішні збурення, здатність до пришвидшеного або сповільненого розвитку – усе це є цілісною характеристикою лише певного територіального утворення, роблячи її унікальною. Реалізовує свою індивідуальність система через поведінку в її навколишньому функціональному середовищі, реакції на певні ситуації та події.

Загалом, індивідуальність природних територіальних систем проявляється в чотирьох функціях: провідній, допоміжній, слабкій і підпорядкованій. Приналежність до певної функції дає змогу, наприклад, визначити, до якої індивідуальної функції належать системні відношення з дотичними територіальними системами, повнота сприйняття інформаційних сигналів тощо. При цьому визначається, чи такі індивідуальні явища для системи провідні чи допоміжні.

Допоміжна індивідуальна функція слабша за провідну, вона показує, яким чином територіальна система реалізує головну. До такої, наприклад, належать стабільність міжструктурних процесів, де провідною є структурна просторово-часова організованість.

Третя – слабка індивідуальна функція, характеризується тим, що за притаманними їй явищами системи дуже вразливі. Вони неначе відчують нестачу певних ресурсів, зокрема інформаційних, що певним чином перешкоджає їм у виборі оптимальних варіантів розвитку. До них, наприклад, відносять тривалий деструктивний вплив, що вже стає характеристикою системи. Тому таку функцію ще інтерпретують як деструктивну.

Четверта індивідуальна функція підпорядкована. Вона ідентифікує властивості, які спрямовані, наприклад, на необхідність допомоги від навколишнього середовища або на необхідність виправлення міжсистемно орієнтованих порушень.

Знання про індивідуальні функції природних територіальних систем корисні тим, що вони орієнтують на особливості об'єкта дослідження й водночас на його індивідуально-оптимальні особливості. Переважно індивідуально-системні функції спрямовують дослідження на те, що:

- надають можливість визначити роль певних явищ або процесів у цільовому розвитку територіальної системи;
- визначають місце певних системних явищ або процесів і зв'язків у загальній системній організованості;
- визначають роль у прийнятті територіальною системою певних рішень щодо напряму розвитку й наявності на цьому шляху контрольних механізмів;
- визначають, як певні індивідуальні функції територіальних систем можна виміряти;
- надають можливість оцінити їх корисність для загального цільового розвитку територіальної системи;
- визначають взаємопов'язаність з особливостями територіальної системи з дотичними територіальними утвореннями (навколишнім функціональним середовищем);
- надають можливість прогнозувати подальший розвиток територіальної системи, зокрема через її структурно-функціональну організованість.

Отже, постає запитання, яку роль у виникненні й функціональній організованості індивідуальних функцій природних територіальних систем відіграє сукупність притаманних їм внутрі- та зовнісистемних інваріантів?

Насамперед узгодження сукупності системних інваріантів надає індивідуальним функціям територіальних утворень просторово-часової стабільності, узгодженості між собою й загальними організаційними функціями. При цьому, залежно від того, до якого виду належать системні індивідуальні функції, змінюється роль інваріантного контролю за ними. Так, провідні функції перебувають під постійним контролем із боку як внутрісистемних, так і зовнісистемних інваріантів. Це надає їм змогу перебувати під фоновим контролем, який характеризується значною стабільністю. Допоміжні функції контролюють переважно внутрісистемні

інваріанти, оскільки вони лише спрямовані на допомогу провідним. Слабкі функції, перебуваючи під постійним контролем із боку внутрішніх інваріантів територіальних систем, у найбільш загрозливі моменти «звертаються» за підтримкою до потужних міжсистемних інваріантів. Підпорядковані індивідуальні функції переважно перебувають під контролем міжсистемних інваріантів, оскільки їх сутність полягає в необхідності тривалих допоміжних дій від навколишнього функціонального середовища.

Сукупність індивідуальних функцій у природних територіальних системах, завдяки спільним контрольним діям з боку сукупності внутрішніх міжсистемних інваріантів, формує інтегральну індивідуальність систем. Це особливий вираз індивідуального характеру поєднаної сукупності взаємозв'язків між усіма властивостями систем, починаючи від властивостей її системоформувальних компонентів і закінчуючи антропогенним використанням (Петлін, 2016б). Така інтегральна індивідуальність не лише перебуває під неперервним контролем з боку інваріантних властивостей систем, а й здатна спрямовано впливати на самі ці інваріантні властивості. Їх просторово-часова мінливість, якщо виходить за межі інваріантно визначених коридорів дозволених, для загальної системно-організаційної стабільності приводить до перебудови насамперед внутрісистемного інваріанта. Це найчастіше реалізується у вигляді розширення ним коридору інваріантно дозволених змін.

Крім суто індивідуальних властивостей територіальних систем, вони характеризуються також індивідуальністю станів. Вона проявляється як абсолютна неповторність станів природних територіальних утворень. Так, навіть повторення добових станів відбувається у вже дещо іншому комплексі, оскільки за добу в ньому відбувається певний приріст фітомаси або її відмирання, накопичення підстилки, гумусу тощо. Такий поступальний рух і зумовлює індивідуальність станів (Міллер, Петлін, Мельник, 2002). При цьому індивідуальність станів територіальних систем не означає, що вони характеризуються індивідуальними інваріантами. Уся сукупність індивідуальних станів систем перебуває в зоні контролю єдиного внутрісистемного інваріанта, тобто в межах визначеного ним коридору дозвільної мінливості.

Перебування індивідуальних функцій територіальних систем і притаманних їм індивідуальних явищ (наприклад станового характеру) надає можливість утворення індивідуально-групової гармонійності. Вона проявляється як узгодженість і доповнюваність між індивідуально-системною й груповою гармонійними складовими, яка спрямована на контроль та необхідне корегування просторово-часового функціонування територіальної системи на фоні її функціональної, динамічної, еволюційної й флуктуаційної мінливостей (Петлін, 2019). Така індивідуально-груповою гармонійність надає загальній організованості природних територіальних систем стабільності в цільовому розвитку та узгодженні з дотичними територіальними утвореннями.

42. ФРАКТАЛЬНА ІНВАРІАНТНІСТЬ У ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

На сьогодні фрактали використовують практично у всіх напрямках природничої науки. Тобто природа як така виявилася фрактальною. Поняття «фрактал» (від лат. *fractus* – ламати, тобто створювати фрагменти неправильної форми) трактують як:

- структуру, що складається з частин, які мають подібність до цілого, що дає змогу визначити їх дробову метричну розмірність – універсальну міру, яка притаманна геометричній формі будь-яких природних об'єктів (Mandelbrot, 1983);
- сукупність, яка демонструє на різних масштабах розв'язання власної геометричної структури властивості подібності в строгому або наближеному вигляді, а також об'єкти природи, що володіють цією властивістю хоча б наближено, у достатньо широкому інтервалі масштабів (Кузнецов, 2001);
- структуру, яка складається з частин, що певним чином подібні цілому (Федер, 1991);
- систему, що має масштабну інваріантність, тобто розгалужену можливість продовження своїх станів (свого розвитку), і здатна, таким чином реалізувати біфуркаційний тип трансформації (Основи стійкого розвитку, 2005);
- фракталами називають лінії, фігури й тіла, які володіють певними властивостями: 1) симетрією самоподібності – «частина подібна до цілого»; 2) дробною розмірністю; 3) іншим, ніж у звичних фігур, відношенням периметра до площі або іншою, ніж у звичних тіл, величиною відносною поверхні. Фрактали надзвичайно різноманітні й виконують функції модулів (сукупність усіх її елементів, пов'язаних безпосередніми відношеннями з якимось одним елементом або їх деякою фіксованою групою) (Заренков, 2009);
- геометричну або функціональну сукупність структур, яка характеризується ієрархізованою самоподібністю з дробовою метричною розмірністю (Петлін, 2018).

Якщо фрактали таке поширене природне явище, то воно повинно бути відображене в організованості складних природних систем і, відповідно, їх системних інваріантах. Та виникає питання яким чином це все відбувається?

Оскільки організованість систем – це їхня мінлива в часі та просторі основа, то в них повинні бути присутні не самі фрактали, а властивість фрактальності. Її сприймають як єдність принципів організованості природних систем. Фрактальність характерна для різних природних територіаль-

них структур, функціональних комплексів, біохімічних та фізіологічних механізмів тощо (Жегунов, 2006). Поява фрактальних властивостей у складних системах спричиняється переважно, постійною мінливістю елементів і складових природної системи, наявністю зворотних полярних зв'язків, нелінійним характером взаємовпливів між ними, що відбуваються в умовах недостатньої визначеності й неповноти інформації про перебування в межах не менш складного середовища, цілеспрямованого його співіснування, а отже, ендогенних якостей організаційних механізмів. Усі зазначені явища належать не лише до організованості складних систем, але і до їхніх системних інваріантів. Тобто для того, щоб вони були узгоджені в часі та просторі, повинен існувати безперервний контроль за їх мінливістю, а також інваріантно встановлені її обмеження.

Загалом, фрактальність у системах проявляється у вигляді фрактальної розмірності. Це дробна розмірність, що є характеристикою нестійкої, хаотичної поведінки системи й описується, зокрема, дивними атракторами. Це розмірність (наприклад Хаусдорфа-Безиковича), яка здатна приймати не обов'язково цілі значення, фрактал – об'єкт з фрактальною розмірністю, а фрактальність – властивість об'єкта бути фракталом або розмірності – бути фрактальною (Князева, Курдюмов, 2005). Якщо фрактальна розмірність відображає в системах нестійкість, хаотичність поведінки й, зокрема, стадію дивного атрактора, то всі ці явища начебто не перебувають під контролем системних інваріантів. Водночас ці явища є відображенням лише незначної частки організованості природних утворень, де їм на противагу наявні потужні інваріантно контрольовані явища й процеси. При цьому співвідношення неконтрольованих і контрольованих системних явищ коливається навколо певного стабільного стану. Вони є взаємозалежними, а відповідно – інваріантно узгодженими. Отже, фрактальна розмірність у природних системах виявляється інваріантно залежною.

Інша справа з фрактальною самоподібністю, яка свідчить про те, що в організованості складних територіальних систем існує інваріантність за мультиплікативної зміни масштабів або розмірів. Оскільки в ієрархізованих системах є декілька підпорядкованих підрівнів, що характеризуються скейлінговими (самоподібними) чинниками, то таку інваріантність інколи називають самоафінністю (Шредер, 2001). Тобто функціональна організованість складної системи на всіх її ієрархізованих рівнях наближена. При цьому потрібно мати на увазі, що самоподібність, як зазначає М. Шредер (2001), – це симетрія, яка породжує саму антитезу «симетрія–хаос». Тобто на кожному ієрархічному рівні територіальної системи спостерігаємо фрактально зумовлену єдність симетрії й асиметрії, порядку та хаосу, звернення до середини системи й до її навколишнього функціонального середовища. Така єдність у будь-якій територіальній системі має бути узгодженою та врівноваженою, а для цього вона повинна бути безперервно контролю-

ваною. Такий контроль у територіальних утвореннях здійснює сукупність притаманних їм внутрі- й міжсистемних інваріантів.

Ситуація ускладнюється тим, що параметри територіальних систем мінливі в часі. Це явище відображено в наявності в системах динамічних фракталів. Вони характеризують нелінійні процеси в складних природних системах. Найбільш вивченими є двомірні процеси. Так, наприклад, інтерпретуючи нелінійний ітераційний процес як дискретну динамічну систему, за термінологією вчення про природні територіальні системи, фрактальну інтерпретацію отримують такі поняття як фазовий портрет, сталий процес, атрактор і т. ін. (Петлін, 2018). Фрактальність нелінійних процесів у природних територіальних системах описується певною нелінійною залежністю. Математично такі залежності представлені нелінійними функціями однієї або декількох змінних. На відміну від лінійних функцій, які геометрично представляють пряму, площину або гіперплощину, нелінійні функції характеризуються невичерпністю різноманітності. Геометричний вираз нелінійної функції – крива на площині, викривлена поверхня або гіперповерхня в просторі трьох або більшого числа вимірів. Отже, фрактальність процесів у системах призводить до того, що такі процеси не відображаються в просторі однозначно спрямованою мінливістю. Він завжди фрактально зумовлений, тобто представлений різноманіттям коливань навколо головного напрямку мінливості. Стабільність цього напрямку забезпечують контрольні функції системних інваріантів.

На вищому організаційному рівні розвитку природних територіальних систем спостерігають також організаційні фрактали. Вони виникають унаслідок масштабної самоподібності структурно-функціональної організованості систем на всій ієрархічно організованій піраміді системного підпорядкування від ландшафтної фації до географічного ландшафту включно. Тут кожен наступний рівень є своєрідною організацією організацій. Як наслідок, відбувається значне організаційне ускладнення систем із чіткими фрактальними властивостями (Петлін, 2016в). Така фрактальність є багатоваріантною й водночас підпорядкованою структурі та симетрично-асиметричним властивостям систем, а отже, для забезпечення їх стабільності в просторі та часі вони інваріантно контрольовані. При цьому пріоритетність у такому контролі, залежно від наявної ситуації, у якій перебуває система, належить то внутрішньому, то міжсистемному інваріанту.

Значну роль у формуванні фрактальної організованості територіальних систем відіграє стохастичність як властивість, зумовлена ймовірнісним характером процесу, явища, у становленні якого значну роль відіграє випадковість; полярне поняття у відношенні до динамічності як властивості, що має однозначну детермінацію (Сетров, 1975). Загалом, стохастичні фрактали виходять у тому випадку, якщо в ітераційному процесі випадково змінювати будь-які його параметри. При цьому виходять об'єкти дуже

схожі на природні – несиметрійні дерева, порізані берегові лінії й т. ін. Так, двовимірні стохастичні фрактали використовують під час моделювання рельєфу місцевості й поверхні моря (Максименко, 2017). Незважаючи на те, що стохастичні фрактали виникають унаслідок випадкових явищ, у територіальних системах їх інтенсивність обмежена системними інваріантами через установлені обмежувальні коридори мінливості. Отже, і тут інваріанти відіграють певну роль у формуванні таких фракталів.

Загалом, сукупність фрактальних явищ у природних територіальних системах є безперервною, ніде не диференційованою сукупністю, яка породжує стохастичний атрактор й ієрархічну самоподібну структуру. Вона є результатом сильної нелінійності відношень і, відповідно, біфуркацій (Пузаченко, 1997). Стохастичний атрактор часто сприймають як дестабілізований, що виникає внаслідок випадкових незакономірних явищ. Він характеризується дестабілізаційним характером, а тому супроводжується появою нестійкої структури впливу функціонального середовища. Як наслідок, система в полі такого середовища втрачає здатність еволюціонувати, її функціонування має хаотичний характер, а стан визначається як дестабілізована самоорганізація (стан самоорганізації з відсутністю тактичної й стратегічної мети, що не дає змоги системі вийти з цього стану) (Петлін, 2008). Виведення системи зі стану дестабілізованого атрактора можливе лише за активного сприяння навколишнього функціонального середовища системи. При цьому середовище змушене докласти для цього значні зусилля у вигляді спрямованого речовинно-енергетичного впливу. Як наслідок, воно додатково урізноманітнюється (підвищується різноманітність його зв'язків із системою), що потенційно підвищенню стійкості контрольованої ним системи (відповідно до закону Шенона). Отже, утримання фрактальних явищ у стабільній організованості територіальних систем стає можливим лише за спільної контрольної дії системних інваріантів.

Те, що фрактали породжуються випадковими явищами призводить до виникнення фрактальної нерегулярності. Вона свідчить про те, що будь-яка структура, явище або процес в організованості складної природної територіальної системи в будь-якій точці характеризуються незгладженістю, тобто вони мають елементи нелінійності, хаотичності й нетривіальності. Водночас емерджентно контрольований коридор мінливості визначає також певні обмеження для нерегулярності. При цьому теорія фракталів стверджує, що перехід від нижчих ієрархічних рівнів до вищих не супроводжується втратою структури (Петлін, 2018). Саме тому на всіх рівнях ієрархічної піраміди природних територіальних систем структурно-функціональна організованість ідентична й саме тому на всіх рівнях ідентичний інтраті- та міжсистемний інваріантний контроль. Це підтверджує й фрактальний

принцип внутрішньої подібності, відповідно до якого на всіх рівнях еволюційної ієрархії природних систем, у подібних планах структурної побудови та однакових механізмах підтримання впорядкованості спостерегаємо наявність масштабної подібності (Жегунов, 2006).

Одна з головних властивостей фрактальності – самоподібність. Так, самоподібний об'єкт (наприклад у математиці) – це об'єкт, який точно або наближено збігається з частиною себе самого (тобто ціле має ту ж саму форму, що й одна або більше частин). Найбільш відомою є крива Коха, яка володіє властивістю нескінченної самоподібності за збільшення зображення. Багато об'єктів реального світу, наприклад берегові лінії, мають властивість *статистичної самоподібності*: їх частини статистично однорідні в різних шкалах виміру. Отже, самоподібність є характерною властивістю фракталів. При цьому інваріантність щодо зміни шкали є однією з форм самоподібності, коли за будь-якого наближення знайдеться принаймні одна частина основної фігури, подібна до цілої фігури (Leland et al, 1994).

Загалом, самоподібність є властивістю множини точок, геометрична структура яких в одному масштабі подібна до її геометричної структури в іншому масштабі. Вона є типовою властивістю фракталів. Масштабна інваріантність – це точна форма самоподібності, де за будь-якого збільшення є менший фрагмент об'єкта, подібний до цілого. Наприклад, сторона сніжинки Коха є симетричною та масштабно-інваріантною; її можна постійно збільшувати в три рази без зміни форми. Нетривіальна подібність, очевидна у фракталах, відрізняється їх тонкою структурою або деталізацією на довільно малих масштабах. Масштабну інваріантність інколи називають подібністю або автотомельністю, тобто властивістю подібностей розподілу характеристик складної системи для різних моментів часу. У природних територіальних системах масштабна інваріантність супроводжується наявністю фізичної подібності. Це узагальнює поняття геометричної подібності, що означають подібність двох явищ, коли вони розрізняються лише кількісними значеннями параметрів. Фізична подібність дає змогу результати розрахунків модельних систем переносити на реальні вимірювання, які отримати інколи неможливо або вони викликають певні труднощі.

Характерною особливістю фрактального утворення є те, що його структура проявляється лише за сумісного розділення кількох рівнів, різниця масштабів яких ускладнює наочне уявлення про цю структуру. Взагалі кажучи, ієрархічна підпорядкованість та масштабна інваріантність і є проявами фрактальності. Як наслідок, самоподібність і є фрактальною інваріантністю, тобто фрактали структурно-організаційно повинні бути подібними. Ю. Г. Пузаченко вирізняє п'ять складових такого значення: 1) самоподібність свідчить про те, що на відповідному просторово-

часовому інтервалі діють єдині фізичні механізми і є незмінними власні параметри об'єкта; 2) існує ієрархічна структура, параметри якої точно визначаються величиною фрактала; 3) результати дослідження процесів в одному масштабі можна простою зміною коефіцієнтів пропорційності перенести на будь-який інший масштаб; 4) зміна типу самоподібності в просторі свідчить про зміну генетичних чинників; 5) якщо правило самоподібності змінюється за зміни масштабу відображення об'єкта, то це вказує на існування двох чи кількох незалежно діючих чинників самоподібності. Така складна залежність організаційно-фрактальної самоподібності залишається стабільною в часі й просторі щодо природних територіальних систем лише завдяки її вписуванню в інваріантно-системні контрольні функції цих систем.

43. РЕВЕРСИВНІСТЬ В ІНВАРІАНТНІЙ ОРГАНІЗОВАНOSTІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Складність розвитку природних територіальних систем містить значну кількість варіантів, зокрема й реверсивний. Це поняття означає такий розвиток, у якому можлива зміна напрямку руху або обертання, а також властивість серії операцій, яка дає змогу відновлювати початковий стан об'єкта. Отже, наявність реверсивного варіанта розвитку територіальної системи означає, що вона здатна в процесі цілеспрямованої мінливості змінювати траєкторію розвитку, залишаючи незмінною його мету. Постає запитання, за яких умов таке явище стає можливим?

Територіальні системи реалізують такий реверсивний розвиток організованості у випадку значних перешкод на шляху наявної еволюційної мінливості або неможливості до переходу на наступну еволюційну стадію впродовж певного часу. Це відбувається найчастіше у випадку, якщо перехід до наступної еволюційної стадії заблокований спрямованим впливом навколишнього функціонального середовища внаслідок значних змін у його структурі й, відповідно, змін у речовинно-енергетичному з ним обміні. Як наслідок територіальна система, незважаючи на готовність переходу до наступної еволюційної стадії, залишається на попередній та підлаштовується під нові умови відносин із дотичними територіальними системами. Оскільки процеси організаційного розвитку територіальних утворень зупинити не можливо, то вони за допомогою інваріантного контролю, який надає системам можливість залишатись в інваріантно стабільному стані, програмують нові шляхи досягнення цільового результату. Варіабельність таких шляхів залежить від відмінності взаємовідносин системи з навколишнім середовищем до й після суттєвих змін, які в ньому відбулись. Усі ці варіанти нових шляхів розвитку інваріантно підтримувальні й вбір певного з них значною мірою залежить від випадкових флуктуаційних явищ.

Іншим варіантом реверсивного розвитку є спрямована закономірна зміна природної територіальної системи, яка приводить до відновлення інваріанта одного з попередніх її типів. Оскільки інваріанти територіальних систем не статичні, а мінливі утворення, то вони характеризуються низкою закономірних станів мінливості. При цьому внаслідок зміни ситуації в межах контрольованого територіального утворення, переважно під дією зовнішніх чинників, може виникнути необхідність повернутися до наближено попереднього інваріантного стану. Наслідком такої дії є певне підвищення стійкості системи на фоні навіть можливої втрати стабільності, оскільки відбуваються процеси, спрямовані на перебудову її організованості. Така суперечлива дуальність – найчастіше явище короткострокове, яке призво-

дить до виникнення своєрідного розвитку, що характеризується рухом уперед–назад. При цьому рух уперед завжди є пріоритетним і тому переважає. Водночас така особливість розвитку надає системам динамічної стабільності внаслідок наявності ефекту своєрідного «промацування» можливих шляхів організаційної мінливості й вибору найбільш оптимального. Те, що існує заборона на повернення територіальної системи до абсолютно ідентичного попереднього стану, приводить до повернення до наближено попереднього, за якого внутрісистемні інваріанти виконують контрольні функції, також наближено попередні.

Явище реверсивності у вигляді умовного повернення до повторення початкового стану реалізується також у момент якісного переходу в територіальних системах (руйнування попередньої системи та виникнення на її місці якісно нової або нових). Саме тут реверсивність виявляється в найбільш яскравому варіанті як умовне повторення організації на підставі інваріантних залежностей. На еволюційній стадії самоорганізації коли територіальні системи готуються й реалізують якісний розвиток, вони характеризуються найвищим різноманіттям внутрісистемних зв'язків, найвищими ентропійними показниками, найнижчою залежністю від навколишнього функціонального середовища, наявністю біфуркаційних варіантів пошуку необхідного атрактора та, як наслідок, поступовістю й відступами після кожної невдалої біфуркаційної спроби. Одне це вже належить до реверсивних явищ, що реалізуються як внутрібіфуркаційні на фоні загального міжсистемного реверсивно-системного процесу. Такий процес полягає в безперервному ланцюгу зародження природних територіальних систем, їх зрілості, закономірній трансформованості, руйнуванні й повторенні цього циклу в якісно новій системі, тобто умовному повторенні міжсистемних відносин із реалізацією явища системного зародження–руйнування. Переважно в просторовому аспекті повного такого реверсивного повторення не відбувається. Якісно нові системи найчастіше виникають у дещо змінених просторових межах. Можуть навіть з'явитися на місці однієї зруйнованої декілька якісно інших, які реалізують той самий цикл розвитку.

Якісна мінливість природних територіальних систем відбувається з появою якісно нових системних інваріантів, які найбільш відповідають інваріантним умовам дотичних територіальних утворень. Отже, відбуваються реверсивні явища й на рівні інваріантної міжсистемної організованості в межах певних ділянок ландшафтної сфери. Виникнення якісного нового інваріантного утворення відбувається під програмованою дією дотичних інваріантів до якісно нової системи. Це початок нового організаційного системного розвитку з усією притаманною йому сукупністю інваріантно-стабілізаційних механізмів.

Постає запитання: чи існують і які саме механізми реверсивності в територіальних системах? Оскільки самі механізми – це певна сукупність логічних зв'язків, процедур, які визначають виникнення змін у тому чи іншому середовищі, що розвивається, тобто еволюціонує (Хорошавина, 2005), то реверсивні механізми насамперед є адаптаційними (реалізують функції мінливості, наслідковості, відбору за збереження характерних ознак наявної або якісно нової системи – Мельник, 2006), блокувально-стримувальними (дають змогу окремим структурним складовим значно відрізнитися за організаційною якістю. Якщо одна з них отримує вищу організаційну якість, то інші прагнуть отримати таку саму або наближену організаційну якість чи діють у напрямі зниження випереджаючої організаційної якості), відповіді (комплекс процесів, із котрих складається відповідь об'єкта на вплив чинника, що діє – Вітер, 2016), включення резервних (сплячих) програм у вигляді механізму, котрий характерний для систем з розвинутим саморегулюванням, де сигналом для запуску програм послугує сильне відхилення стану системи від норми, яке перевищує визначений для системи поріг і загрожує існуванню системи – Арманд, 1989), гармонійного контролю гомеостазу системи – це інваріантна сутність системи, яка представлена в територіальних системах сукупністю односпрямованих процесів підтримання саморозвитку системи в положенні сукупності станів стійкої квазірівноваги та контролюючого гармонійного принципу, що дає системі можливість досягнути програмованої мети з витратами речовини й енергії незрівнянно (на декілька порядків) менше від рівня метаболізму системи, тобто її речовинно-енергетичного обміну з навколишнім середовищем – Петлін, 2019) та ін. Якщо в стані нереверсивного розвитку такі механізми діють у напрямі підтримання динамічної стабільності системи, то в стані реверсивного розвитку за тієї самої мети ці механізми спрямовано забезпечують системам реалізації саме реверсивних явищ. При тому це відбувається під невинним контролем з боку системних інваріантів. Для цього в самих інваріантах повинні бути наявними програми можливого реверсивного розвитку підконтрольних територіальних систем.

Отже, поняття «реверсія» означає:

- явище повернення природного об'єкта внаслідок розвитку до одного з минулих станів;
- явище повернення природних територіальних систем унаслідок розвитку до одного з минулих станів, але не до абсолютно того самого. Часто впродовж еволюційного розвитку, насамперед ієрархічно ускладнених утворень, можемо спостерігати умовне квазіповернення систем до минулих типів внутрішніх складових. Такий імпульсивний розвиток забезпечується контролем із боку інтенсивно розвиваючої гармонійної складової, що робить її розвивальну мінливість ще більш

складною й, відповідно, має ускладнюватися механізм її зовнішньої адаптованості (Петлін, 2019).

Отже, до явища реверсивності стають дотичними ієрархічна складність природних систем та їх гармонійність.

Щодо ієрархічної складності територіальних утворень, то явища реверсивності насамперед притаманні розвитку типу «уперед–назад» сукупності взаємопоєднаних територіальних систем у межах певних ієрархічних рівнів. На фоні вибіркового якісного розвитку (руйнування) індивідуальних територіальних систем і становлення на їхньому місці якісно інших відбувається безперервний реверсивний процес у межах певних ієрархічних рівнів організованості ієрархічно ускладненої системи. Такі процеси спрямовано стабілізують як самі ієрархізовані рівні, так і цілісну ієрархічну територіальну піраміду шляхом заміни «старих» зовнішньо деструктивних індивідуальних територіальних систем на «молоді», зовнішньо узгоджені.

Щодо пов'язаності гармонійної організованості природних територіальних систем із явищами реверсивності, то, оскільки така гармонізованість є контрольованими й корегованими фоновими гармонійними відношеннями сукупності організаційних механізмів, які забезпечують природним територіальним системам стабільний організаційний розвиток шляхом адекватного додавання гармонійної складової до загальної організованості територіальних систем і створення для них умов та засобів стабільного розвитку (тобто це стійка інформаційна цілісність, яка на фоні певної емерджентної якості системи забезпечує їй контрольовану відповідність гармонійним властивостям середовища, що сприяє цільовому розвитку системи) (Петлін, 2019), то наявність у системах реверсивних явищ повинна забезпечуватися також їхніми гармонізаційними властивостями. Це надає їм не лише просторово-часової стабільності, а й динамічної надійності як спроможності системи зберігати впродовж певного проміжку часу значення параметрів, що характеризують функціонування системи (Дистель, 2002). При цьому такі процеси безперервно контролюються сукупністю внутрі- й міжсистемних інваріантів.

44. ІНВАРІАНТНІСТЬ І ФУНКЦІЇ КЕРУВАННЯ В ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Поняття інваріантів та інваріантності в природних територіальних системах тісно пов'язане з поняттям «керування». Загалом, його сприймають як:

- передачу, накопичення й перекодування інформації (Армад Д. Л., Армад А. Д., Дроздов, 1981);
- цілеспрямований, науково обгрунтований вплив людини на природні територіальні системи, який передбачає досягнення заздалегідь поставленої мети (Кремянский, 1977);
- цілеспрямоване переведення й утримання системи в певному стані шляхом керівного впливу (Немец, 2005);
- специфічну форму внутрішньої самодетермінації й водночас засіб забезпечення стійкості природної територіальної системи (Петлін, 1993);
- організований і цілеспрямований процес редукції надлишкових ступенів свободи вихідної системи, тобто всі надлишкові щодо заданої мети (фінішної різноманітності) ступені свободи підлягають редукції й залишаються лише ті, які визначають мету керування (Колесников, 2006);
- процес такої зміни взаємозв'язку елементів системи за допомогою передавання змістовної інформації каналами зв'язку, під час якого підтримується й посилюється функціональний характер властивостей цих елементів (Сетров, 1971);
- процес формування доцільної (ефективної) поведінки системи (Дружинин, Конторов, 1976);
- процес формування поведінки системи, котра сприяє досягненню стратегічної або тактичної мети шляхом сприйняття та перекодування інформації спрямованої на забезпечення перебування системи в стані гармонізації й руху в напрямі досягнення гармонізаційно-забезпечувальної (для ієрархічно більш високих систем) мети (Петлін, 2008);
- зміну взаємозв'язку елементів системи, спрямовану на підтримання стійкого процесу її перетворення за заданою програмою (Сетров, 1972);
- вимушений розвиток системи, викликаний і контрольований суперсистемою або спеціальним керівним блоком (підсистемою). У вузькому розумінні – це цілеспрямована зміна стану та структури системи людиною. Керування може бути одним із ланцюгів саморозвитку системи або включати саморегулювання й самоорганізацію в ланцюг операцій керування (Арманд, 1992);

- упорядковану діяльність, яка приводить до бажаного результату (Сусликов, 2006);
- вплив на один компонент з метою одержання додатного ефекту від іншого (Преображенский, 1986);
- динамічно мінливі в просторі та часі, пов'язані між собою, керівні функції, метою яких є розв'язання проблем і завдань організації (Виханский, Наумов, 1999);
- вплив на складну систему або середовище, де головною є не сила, а правильна конфігурація, архітектура дій (Кочубей, 2009);
- вплив на об'єкт, обраний на основі відповідної інформації, вибраної з множини можливих дій, які змінюють його функціонування або розвиток (Кибернетика и синергетика, http://belani.narod.ru/3/cyb_syn.htm);
- спрямування системи до стану рівноваги або на досягнення мети (Гнатів, Хірівський, 2010);
- відповідно до класичної «математичної теорії керування», що виникла ще наприкінці ХІХ ст. (Ляпунов, 1892) і слугувала в подальшому в середині ХХ ст. основою для розвитку кібернетики (Віннер, Бір, Паск, Куффін'ял, Кауфман й ін.), теорії інформатики (Шеннон, Віннер, Котельніков, Колмогоров) і власне теорії керування, керування – це вплив на об'єкт, систему (для переведення їх до нового стану або підтримання в певному заданому стані або режимі), який вибраний з множини можливих дій на основі наявної інформації й покращення функціонування об'єкта (Бобра, 2013);
- цілеспрямований вплив підсистеми, що керує на підсистему керувану (Акімова, 2010; Райзберг и др., 1996);
- функцію високоорганізованих систем, спрямовану на підтримання режиму діяльності, реалізації їхніх програм і цілей (Новый, 1998; Социологический, 1998; Экономико-математический, 2003);
- процес трансформації в дії, тобто процес перетворення її в сигнали, котрі скеровують функціонування системи (Філософський, 2002);
- вироблення й реалізацію спрямованих керівних впливів на об'єкт (систему), що містить збирання, передавання та опрацювання необхідної інформації, прийняття й реалізацію відповідних рішень (Лопатников, 2003);
- процес цілеспрямованого передавання інформації на підтримання програми системи шляхом формування її поведінки (Петлін, 2017).

Поряд із поняттям «керування» використовують синонімічне йому поняття «управління». Його трактують як:

- засіб певного впливу на об'єкт, що управляється (Дзарасов, 1986);
- дуже специфічний вплив одного об'єкта на інший (Крушанов, 1986);

- організацію або самоорганізацію взаємозв'язків між певними складовими що дають змогу досягти запланованих результатів або саморегуляції (Могилевский, 1999);
- функцію організованих систем, що забезпечує збереження їхньої певної структури, підтримку режиму діяльності, реалізацію програм і цілей (Пахомова, Энднрс, Рихтер, 2003);
- елемент, функцію організованих систем різної природи (біологічних, соціальних, технічних), що забезпечує збереження їхньої певної структури, підтримку режиму діяльності, реалізацію програми, мети діяльності (Сафранов, 2006);
- діяльність, спрямовану на зміну або підтримку заданого стану природних геосистем відповідно до задалегідь поставленої мети. Такими цілями можуть бути, наприклад, надання геосистемам тих чи інших нових якостей, забезпечення стійкості їх функціонування, виконання заданої програми дій та ін. (Гавриленко, 2007);
- цілеспрямовану функцію організації, метою якої слугує збереження інваріантної структури й генерального напрямку розвитку природної системи (Яворський, 2012);
- щоб управління могло функціонувати, тобто цілеспрямовано змінювати об'єкт, воно повинно містити чотири необхідних для цього елементи: 1) канали збору інформації про стан середовища і об'єкта; 2) канал впливу на об'єкт; 3) мету управління; 4) засіб (алгоритм, правило) управління, які вказують, яка є можливість, щоб досягти поставленої мети, на основі інформації про стан середовища й об'єкта (Кибернетика и синергетика, http://belani.narod.ru/3/cyb_syn.htm);
- складну цільову функцію організації або самоорганізації, що дає змогу досягти запланованих результатів у межах наявної програми розвитку. Процес управління не завжди змінює стан системи під дією управлінських чинників і не завжди змінює їхнє середовище. Воно може відбуватись у межах певних станів і їхньої мінливості (Петлін, 2016б);
- системну роботу із застосуванням структур приймання та передавання інформації, прямих і зворотних зв'язків, пам'яті та ін. (Каныгин, 2017).

Загалом, вважають, що управління будь-якими природними об'єктами реалізують у вигляді системи управління. Його сприймають як:

- таке управління, що складається з двох підсистем: першої – тієї, яка управляє, другої – якою управляють. Перша (суб'єкт управління) виконує керівні функції, а друга (об'єкт управління) приймає управлінські команди та перебудовується відповідно до них, тобто є об'єктом впливу. Зв'язок, спрямований від суб'єкта до об'єкта, називається прямим, а від об'єкта до суб'єкта – зворотним (Гавриленко, 2007);

- єдність управляючої системи (суб'єкта управління) й системи, якою управляють – об'єкта управління. Управління системою або об'єктом завжди відбувається в певному середовищі. Поведінка будь-якої керованої системи вивчається із врахуванням її зв'язків із навколишнім середовищем. Оскільки всі об'єкти, явища та процеси взаємопов'язані й впливають один на одного, то виділення будь-якого об'єкта, потрібно здійснювати, враховуючи вплив середовища та навпаки. Властивістю керованості здатна володіти не будь-яка система. Необхідною умовою наявності в системі хоча б потенційних можливостей управління є її організованість (Кибернетика и синергетика, http://belani.narod.ru/3/cyb_syn.htm).

Загалом, система управління організацією природних територіальних утворень містить взаємопов'язану сукупність усіх елементів і функцій організації, усіх її підсистем і зв'язків між ними, а також процесів, які забезпечують функціональну організацію. Тобто жоден елемент організації систем не може нормально функціонувати без наявності управлінських функцій. Сукупність таких функцій формує своєрідну управлінську систему, яка має тісні взаємозв'язки між усіма складовими, структурністю, емерджентним ефектом у вигляді появи централізованого блоку управління, цільовою орієнтацією. Отож система управління є невід'ємною складовою цілісної організованості природних територіальних систем.

Щодо керування (управління) суто такими складними утвореннями як природні територіальні системи, то його сприймають як організацію раціональної взаємодії між господарством, технікою, людською діяльністю й природними територіальними системами (наприклад ландшафтними), регулювання функціонування ландшафтів у процесі виконання ними соціально-економічних завдань. Розрізняють випереджаюче й оперативне керування ландшафтами. Під час випереджаючого керування прогнозуються стани ландшафту за різних навантажень, визначаються норми впливу, а також допустимі наслідки. Під час оперативного керування ландшафтом контролюється відповідність стану ландшафту, що реально спостерігаємо нормативним характеристикам, а також підтримання заданого режиму з допомогою технічних засобів і технологічних процесів (наприклад унесення добрив, зменшення концентрації забруднення). Оперативне керування ландшафтом ґрунтується на введенні постійно діючої системи моніторингу (Дедю, 1990).

Запропоноване розуміння терміна є багатограним, але воно не визнає пріоритетного (провідного) механізму керування. Таким, безумовно, є механізм спонтанного (природного) керування, який є результатом не лише довготривалої еволюції територіальної системи, а й дією міжсистемногари-монізувальних механізмів.

Найбільш потужним усукупненим механізмом керування в територіальних системах є їх інваріанти. Під їх безперервною спрямованою дією реалізується в системах властивість керованості як здатності системи переходити за кінцевий (заданий) час до запланованого стану під керівним впливом. Забезпечується наявністю прямого й зворотного зв'язку (Голышев, 2011).

В організованості територіальних систем явище керування сприймають як функцію у вигляді зовнішнього вияву властивості та внутрішнього змісту системи, що спрямовані на її збереження й розвиток за допомогою процесу цілеспрямованого передавання інформації на підтримання програми системи шляхом формування її поведінки, що реалізується за допомогою сукупності внутрі- й міжсистемних інваріантів.

Вважають, що природна територіальна система є лише тоді керованою, якщо вона перебуває в стані, коли серед усіх впливів на неї є також такий, за допомогою якого існує можливість домогтися поставленої програмованої мети. Отже, таким чином виявляється завдання керування. Таким є стабілізація діяльності об'єкта; виконання об'єктом заданої програми; контроль і спостереження за станом об'єкта; оптимізація функціонування об'єкта (Михайлов, 1988 за Бобра, 2013). У наведеному визначенні не означено, яким чином здійснюється процес керування. Це неначе здатна виконувати будь-яка частка або структура системи. Та при тому, що залежно від ситуації дійсно певні складові системи можуть мати керівні функції, вони не є системозагальними. Таку функцію здатна реалізовувати лише сукупність внутрі- й міжсистемних інваріантів, для яких керування є головною властивістю.

Отже, складні природні територіальні системи повинні характеризуватися найбільш складним системним керуванням. Загалом, його сприймають як:

- саморегулювання природної системи на основі речовинно-енергетичних та інформаційних прямих і зворотних зв'язків між підсистемами й більш дрібними її частинами, що спрямована на підтримання певних кількісних характеристик, структури та розвитку всієї системи як цілого (Петлін, 1993);
- розглядається як єдине ціле, яке органічно пов'язує всі його елементи. Об'єкт керування розглядається в системі взаємодій зовнішніх і внутрішніх чинників (Бобра, 2013);
- саморегуляцію природної системи на основі речовинно-енергетичних та інформаційних прямих і зворотних зв'язків між підсистемами та іншими її частинами, котра спрямована на підтримання певних кількісних характеристик, структури й розвитку системи як цілого (Мусієнко, Серебряков, Брайон, 2002).

Потрібно відзначити, що віднесення керування до системного не обмежується лише його цілісністю – воно повинно характеризувати (і

характеризується) структурністю, цілеспрямованістю, зовнішніми взаємозв'язками й ієрархічністю. Водночас саме цілісність керування є основою для виникнення керівних емерджентних (системних) ефектів. Найчастіше вони проявляються у формуванні внутрішньої структури складного процесу керування, у якій наявні ієрархічне підпорядкування та своєрідна керівна спеціалізація.

Щодо безпосередньо процесу керування, то вважають, що він зводиться до сканування (моніторингу) стану системи (всіх елементів системи) й фіксування траєкторії еволюції станів елементів системи і їхніх образів (інтерпретованих зовнішніх уявлень), а також до фіксування керівних впливів (Гольшев, 2011). Оскільки поняття «процес» – це взаємопов'язана сукупність послідовних дій, станів або явищ спрямована на досягнення певного наслідку (мети), яка реалізується в структурній організації системи, то процес керування можна трактувати як залежну сукупність контрольних дій, які забезпечують стабільність станів і явищ у територіальних системах, що забезпечує їм організаційний цілеспрямований розвиток.

Оскільки внаслідок керівних процесів виникає здатність системи змінювати свою структуру й обирати варіанти поведінки під впливом факторів навколишнього середовища відповідно до цілей системи (Гольшев, 2011), що відповідає поняттю адаптивність, то з'являється явище адаптивності системного керування. Найчастіше його сприймають як:

- у біотичних науках – практичну стійку діяльність щодо екосистем і біологічних видів, яка враховує невизначеності та екологічні флуктуації і є зворотною й гнучкою (Екологический энциклопедический словарь, 1999);
- те, що визначається здатністю територіальних систем ефективно виконувати задані функції в певному діапазоні зміни умов. Чим ширший діапазон, тим більш адаптивною вважається система. Гнучкість характеризує властивість апарату керування змінювати відповідно до ситуаційних завдань свою роль у процесі прийняття рішень та налагоджувати нові зв'язки, не порушуючи властивості цієї структури впорядкованих відносин. Оперативність прийняття керівних рішень виявляє управлінські проблеми й таку швидкість розв'язання, котра забезпечує максимальне досягнення поставленої мети за збереження стійкості налагоджених організаційних процесів (Петлін, 2018).

Отже, адаптивне керування в природних територіальних системах реалізує свої дії відповідно до внутрі- та зовнішнього стану, у якому вони перебувають. У повному обсязі враховувати такі особливості спроможний системний апарат, який не лише формує такі особливості, але й спроможний прямо на них впливати. Таким апаратом є лише системна інваріантність, що за допомогою керівних впливів забезпечує сукупності

взаємопов'язаних територіальних систем просторової й часової стабільності.

Дещо ускладнене керування в ієрархічних територіальних системах. Загалом, це інформаційно підтримувальний процес стійкого саморозвитку як найбільш високої ієрархічної конструкції, так і її структурних складових, за заданою організаційною програмою (Петлін, 2018). При цьому саме ієрархічне керування характеризується гнучкістю системи керівних процесів і явищ, значною кількістю елементів, де інформація про стан об'єкта передається з більш низького рівня на більш високий в узагальненому вигляді (Бобра, 2013). Явище ієрархічного керування спирається на передавання керівних сигналів (передусім на рівні інформаційних взаємодій) від вищих до нижчих ієрархічних рівнів. У цьому процесі пріоритетність належить ієрархізованим міжсистемним інваріантам.

На вищому системному рівні керування реалізується в організаційному плані. Безпосередньо таке керування в територіальних системах представлено як дуальність керованого об'єкта й механізмів керування (комплекс засобів отримання, опрацювання, передачі інформації та формування відповідних сигналів керівного типу), дія яких спрямована на підтримку або оптимізацію роботи цього об'єкта (Петлін, 2016б). Інколи вважають, що таке керування здійснюється в межах організаційного підходу у вигляді вибору з множини варіантів розв'язання проблеми оптимального рішення на основі побудови математичної моделі (Бобра, 2013). Воно має враховувати всі інші види керування, впливати на їх взаємозгодження й діяти в напрямі оптимального розвитку, де пріоритетом є мета. Реалізація процесів керування в межах організованості територіальних систем переважно здійснюється притаманними їм взаємопов'язаними внутрі- і зовнісистемним інваріантами. Саме вони забезпечують керівним процесам системну стабільність.

Будь-яке керування стає можливим лише в процесі мінливості керованого об'єкта. Оскільки така мінливість поділяється на функціональну, динамічну, еволюційну та якісного розвитку, то за цими ознаками поділяють і явище керування.

Керування функціональне спрямовується на контроль за функціональними процесами в природних системах і виявляється в забезпеченні їх програмованої спрямованості й інтенсивності. Реалізується через найбільш чутливі елементи та зв'язки, найчастіше задля зменшення амплітуди функціональної мінливості, що забезпечує системі перебування в стані функціональної квазірівноваги (Петлін, 2016г). Таке керування залишає територіальним системам найвищий ступінь свободи вибору. Водночас воно чітко обмежене інваріантним коридором дозволеної мінливості. Отже, такий коридор відзначається найбільш широким спектром дозволених амплітуд мінливості.

Керування динамічне спрямоване на контроль за динамічними процесами в природних системах і прагне забезпечити їхню квазірівноваженість із внутрішніми та зовнішніми станами систем і структурними складовими (Петлін, 2016б). Керування динамічною мінливістю спрямовується на корекцію динамічної мінливості систем для забезпечення відповідності насамперед між її структурними функціональними складовими. Оскільки динамічна мінливість у територіальних утвореннях має незворотний характер унаслідок спрямованого зростання складності внутрісистемної структури зв'язків, то керівний блок у вигляді сукупності внутрі- й міжсистемних інваріантів повинен відповідно й адаптувати до такої незворотної мінливості керівні процеси. Водночас він їх утримує в межах наявних інваріантних якостей.

Керування еволюцією територіальних систем інколи вважають свідомим впливом людини на формотворення, котре постійно відбувається в природі під контролем природного добору з метою одержання форм, корисних, із господарського погляду, або важливих для збереження хиткої чи порушеної екологічної рівноваги. Для суто природних територіальних систем – це спрямований контроль за еволюційною мінливістю стадій розвитку систем, щоб утримати їх у межах внутрішньої квазірівноваги. Складність такого керування полягає в тому, що потрібно визначати оптимальну зміну керівних процесів на переломі еволюційних стадій. Більше того, сама системна мінливість еволюційних стадій також контролюється, а отже, і керується системними інваріантами задля збереження цільового розвитку територіальним утворенням.

Щодо керування якісним розвитком природних систем, яке спрямоване на пошук нової системи з новими атрактивними властивостями, що забезпечать гармонізований стан ландшафтному середовищу, то тут реалізуються керівні функції внутрі- і міжсистемних інваріантів. Таке керування на підрівнях містить функціональні, динамічні та еволюційні види, котрі накладаються на системний біфуркаційний пошук. Метою такого керування є знаходження атрактора, який би задовольняв особливості інваріантів дотичних територіальних систем.

Та будь-яке керування мінливістю природних територіальних систем містить гармонійну складову тобто характеризується водночас гармонійним керуванням. Це гармонійно орієнтований цілеспрямований процес зміни взаємозв'язку елементів і структур системи, шляхом передавання й перекодування змістовної інформації за каналами зв'язку, за якого в ній формується доцільна організаційна поведінка, пов'язана з метою й програмою розвитку системи, яка тісно узгоджена зі станом навколишнього середовища (Петлін, 2019). Оскільки гармонійні системні властивості містяться в програмах організованості системних інваріантів, то саме їм і притаманне найбільш повне гармонійне керування територіальними утвореннями.

Постає запитання: чи існує адекватне прогнозоване керування в територіальних системах? Відповідь містить правило ланцюгових реакцій у процесі керування природними процесами (ефект батерфляй). Відповідно до нього, строго детермінована модель може мати «стохастичний» характер поведінки (наявність дивного атратора в моделі динамічної системи), що є принциповим обмеженням на шляху побудови довгострокових прогнозів динаміки екосистем (Краснощеков, Розенберг, 2001). Явище стохастичності потребує, щоб керівні механізми були до нього адаптовані. Тобто зберігаються загальні (інваріантні) закономірності управління природними системами навіть за наявності біфуркаційної або атрактивної мінливості. Отож вони мають позарозвитковий характер.

Та тотальність системного інваріантного контролю в територіальних утвореннях не всеосяжна. Так, принцип неповного контролю свідчить, що в процесі просторово-часового розвитку природних територіальних систем не існує жодного найменшого моменту, коли було б відсутнє керування, яке водночас є неповним. «Те, що повністю контролюється, ніколи не буває цілком реальним. Те, що реальне, ніколи не буває цілком контрольованим» (Набоков за Hayles, 1984). У будь-якій природній системі завжди залишається функціональний спектр хаотичних тенденцій, на які не поширюється управління. Ці тенденції свідчать про свободу функціонального вибору системи.

45. ІНВАРІАНТНО-КОГЕРЕНТНІ ВІДНОШЕННЯ В ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Властивість когерентності притаманна широкому колу природних об'єктів. Вона не лише фіксує наявність у них внутрішньої зв'язаності, а й свідчить про міжоб'єктні взаємодії. Загалом, поняття «когерентність» (від лат. *cohaerentia* – внутрішній зв'язок, зв'язаність) трактують як:

- спроможність до інтерференції, яку виявляють за певних умов хвилі, зокрема світлові (Великий тлум. словник, 2004);
- узгодження темпів життя структур на основі дифузійних, дисипативних процесів, що є макроскопічним проявом хаосу (Князева, Курдюмов, 2005);
- фазування, узгодження, синхронізацію, несилову взаємодію між станами об'єктів (Шелєпин, 1980);
- когерентні поля інтерферують, тобто, накладаючись одне на одне, утворюють неоднорідності – локальні свої підсилення й послаблення, тобто стоячі хвилі. Найчастіше вони є наслідком взаємодії прямої хвилі й відбитої. Що стосується зв'язаної в структурах інформації, то інтерференція тут здійснюється за рахунок взаємодії «хвильових» властивостей одного й того самого вектора $p\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, рознесеного за двома «когерентними» функціоналами H і R (Сороко, 2006);
- таку узгодженість взаємодії елементів, яка проявляється в масштабі всієї системи (Баранцев, 2003);
- тісний взаємозв'язок між елементами в межах системи – при цьому зв'язок кожного елемента з іншим елементом у межах системи повинен бути тіснішим, ніж його зв'язки з навколишнім середовищем (Маца, 2008);
- узгодженість окремих елементів системи (Мельник, 2012);
- узгодження перебігу в просторі та часі декількох коливальних або хвильових процесів (Трохимчук, 2015);
- узгодження темпів життя структур за допомогою їх синхронізації та інтерференції, що проявляється у всій системній цілісності (Петлін, 2019).

Отже, «когерентність» містить такі ознаки: інтерференцію, узгодження темпів мінливості структур, фазування, синхронізацію, взаємодію між станами. Тобто це природна властивість, яка охоплює, а водночас і контролює сукупність інших суттєвих організаційних властивостей. Такі властивості в межах природних територіальних систем реалізуються у вигляді їх функціонального поля, що перебуває під постійним контролем з боку системних інваріантів. Розглянемо ці властивості.

Інтерференцію (у перекладі зі старофр. – заважати один одному) найчастіше приймають як:

- будь-який процес, у якому спостерігається певний конфлікт між процесами, який їх взаємогальмує;
- взаємне послаблення або посилення хвиль (світлових, акустичних, електромагнітних, температурних і т. ін.) під час накладання їх одна на одну.

Отже, у загальному розумінні поняття «інтерференція» означає будь-який процес, який взаємопослаблює або взіємопідсилює явища, процеси, структури тощо.

Щодо інтерференції таких складних утворень, як природні територіальні системи, то це просторово-часові взаємодії ландшафтоформувальних матеріальних тіл і полів, які проявляються в накладанні їх часткових зв'язків і відношень (Пащенко, 1993). При цьому наслідок інтерферентного накладання системних полів за результатною мінливістю не повинен виходити за встановлені в системі інваріантні обмеження. Водночас для стійкої системної інтерференції як саме територіальне утворення, так і його мінливість повинні перебувати в стабільному стані, що забезпечує сукупність притаманних їм внутрі- й міжсистемних інваріантів.

Когерентне узгодження темпів мінливості структур у межах територіальних утворень реалізується завдяки спільній дії внутрісистемної інваріантності й стабілізуювальної ролі структури їх стійкого центру. Як наслідок, у системі вибудовуються обмеження на відставання або забігання вперед темпів розвитку окремих структурних утворень.

Щодо когерентного фазування, яке полягає в знятті інформації про стан структур і процесів у межах фазового простору територіальної системи, то в його основу покладено контроль саме за цим простором, який сприймають як:

- умовно-геометричну інтерпретацію станів і процесів системи (Біленко, 1979). Тобто фазовий простір містить усі можливі стани й процеси, що належать до певної природної територіальної системи;
- певний абстрактний простір, за осями якого відкладено перемінні досліджуваної системи (Безручко, Короновский, Трубецков, Храмов, 2015);
- простір, у якому визначено не лише статичні координати точки, координати її положення, а також послідовність динамічних й еволюційних станів, уся інформація, яка потрібна для визначення поведінки системи в майбутньому (Петлін, 2016б).

Отже, когерентність у межах фазового простору територіальних утворень – це узгодження їхніх станів на фоні загальної системної й міжсистемної мінливості, тобто на фоні системно-інваріантної стабільності.

Когерентність як явище синхронізації полягає в приведенні двох чи кількох періодично змінювальних явищ до наближеної взаємної відповідності періодів їх перебігу, до збігу часу початку й кінця цих періодів (Лопушанський, 2003). При цьому, оскільки будь-яка мінливість у територіальних системах реалізується у вигляді коливань навколо усередненого напрямку, то виникає явище синхронізації коливань у вигляді встановлення й підтримання такого режиму коливань двох чи декількох сполучених систем, за якого їхні частоти рівні, кратні чи перебувають у раціональному співвідношенні одна з одною. Розрізняють взаємну синхронізацію коливань сполучених систем, коли кожна із систем діє на інші, і примусову (яку називають також захопленням частоти), коли зв'язок між системами такий, що одна з них (синхронізуюча) впливає на іншу (синхронізовану), а зворотний вплив неможливий. У цьому випадку встановлюється коливання з частотою синхронізуючої системи (Физический, 1995). Стабільність цього явища підтримується, а отже, і цілком залежить від контрольних дій сукупності міжсистемних інваріантів.

Когерентність у вигляді взаємодії між станами територіальних систем надає їм спроможності утримуватись у межах програмованого й інваріантно контрольованого цільового розвитку. Контроль за такою когерентністю здійснює сукупність внутрі- та міжсистемних інваріантів, що надає їй значної й необхідної стабільності в часі та просторі.

Трактують поняття «когерентність» і як корельоване протікання в часі й у просторі декількох випадкових коливальних або хвильових процесів, яке дає змогу одержувати під час їх додавання чітку інтерференційну картину. Тут умовою когерентності хвиль є незмінюваність у часі різниці між фазами коливань у них, що можливо лише тоді, коли хвилі мають однакову довжину (частоту) (Вакуленко М. О., Вакуленко О. В., 2008). Постає запитання: яким чином випадкові коливальні явища можуть бути когерентними? Саму випадковість трактують як:

- випадковість нерозривно пов'язана з розумінням того, що випадок як явище не можна розглядати у відриві від необхідності (Садовский, 1974);
- непередбачені, несподівані обставини, що раптово виникають (Ожегов, 1986);
- випадковість може бути двох типів. По-перше, невизначеність, хаос, неупорядкованість, пов'язані зі зростанням ентропії та наближенням ізольованої системи до рівноважного стану. У цьому випадку система – внутрішньо випадкова, тип імовірності – безперервний, тобто вона приймає будь-які проміжні значення від нуля до одиниці. Тут природа ймовірності об'єктивна – вона відображає не міру наших незнань про структуру, а внутрішню властивість системи. По-друге, стохастичність (випадковість, імовірність) у неізольованій системі може бути

пов'язана з нестійкістю зовнішнього впливу. Вплив середовища змінюється за величиною й напрямом як у часі, так і в просторі. Якщо середовище стабільне – еволюція сповільнюється або припиняється. При цьому пізнавана випадковість значною мірою суб'єктивна (Соколов, 2002);

- явище, факт, що виникають без будь-якого внутрішнього зв'язку з чим-небудь, нічим не зумовлені (Большой толковый, 2003);
- категорію, що позначає тимчасові, несуттєві, одиничні зв'язки між явищами об'єктивної дійсності (Великий тлум. словник, 2004).

Те, що природні територіальні системи характеризуються наявністю значної кількості випадкових явищ і впливів є об'єктивною реальністю. При цьому такі випадкові явища супроводжуються появою певних випадкових процесів, які є ймовірнісними або стохастичними. Це функція дійсного параметра t (який звичайно тлумачать як час), значення $\xi(t)$ якої при кожному t є випадковими величинами. Випадковий процес описує еволюцію системи, стани якої в кожен момент часу залежать від випадку, причому визначено ймовірності тих або інших станів (Лопушанський, 2003). У природних територіальних системах випадкові процеси не можуть бути абсолютно стохастичними (полярне поняття у відношенні до динамічності як властивості, що має однозначну детермінацію). Потрапляючи до програмованої й значною мірою контрольованої системи, випадкові явища «занурюються» в цю контрольованість і не здатні виконувати свою стохастичну місію. Отже, їх певна контрольованість надає цим явищам і процесам стабільності, що уможливило забезпечення появи когерентних явищ. Як наслідок, взаємодіючи між собою випадкові коливальні явища утворюють своєрідне випадково-когерентне поле, яке бере участь у розвитку відповідної територіальної системи.

Існує думка, що незалежні джерела не можуть бути когерентними. До таких джерел належать будь-які змінні, значення яких у принципі не залежить від змін значень інших змінних. Ситуація має такий вигляд. На вході до природної територіальної системи впливи, контрольовані незалежними джерелами (не пов'язаними зі специфікою дотичних територіальних систем), дійсно не можуть бути корегованими. Та, потрапивши до структурованого, інваріантно контрольованого середовища системи, впливи від незалежних джерел отримують системну стабільність, необхідну узгодженість і, відповідно, властивість когерентності.

Загалом, явище системної цілісності як тісної взаємопов'язаності системних складових і є його когерентністю. У цьому аспекті для системно-територіальної цілісності існує низка обмежувальних чинників її реального формування. Подібний синтез можливий за наявності таких явищ: якщо перебіг формування цілого нелінійний і ця нелінійність (неоднозначність, невизначеність) повинна бути обмежена певними функціональними ме-

жами, установленими для кожної конкретної територіальної цілісності її навколишнім функціональним середовищем. Лише така контрольована нелінійність може призвести до формування нової цілісності; виникнення цілісної структури, тобто формування цілого з його складових, можливе лише у випадку, коли системоформувальні компоненти й структурні частини функціонального навколишнього середовища розвиваються в одному темпі. Це, на думку О. Князевої й С. Курдюмова, показник того, що ми маємо справу з цілісною структурою, а не з конгломератом розрізнених фрагментів; цілісність не збирається шляхом реалізації сукупності становчих етапів, вона радше з'являється одразу, оскільки таким є попередній проєкт цілісності. Отже, когерентність в умовах системної цілісності виникає як контрольована нелінійність узгодженої структурної організованості, наближеності компонентної й структурно-функціональної темпів розвитку. Така сукупність когерентностей є контрольованою сукупністю внутрі- та міжсистемних інваріантів, а тому характеризується просторовою та часовою стабільністю.

У праці стосовно колективної когерентності поведінки англійський фізик-теоретик Герберт Фр'юліх висунув гіпотезу, що в складних природних системах може проявлятися колективна поведінка за умови притоку зовні енергії метаболізму, при цьому потік метаболічної енергії повинен перевищувати певні критичні значення. Зазначимо, що колективна поведінка в природних системах є поведінкою їх цілісності, де присутній цілий спектр інваріантно контрольованих когерентностей. У такому середовищі колективна поведінка систем вимушено отримує когерентні властивості, що надає їй системної контрольованої стабільності.

Оскільки будь-яка природна територіальна система характеризується багатоваріантною зв'язаністю, яка виявляється одночасно у вигляді структурної й комунікативної цілісності, котрі співвідносяться між собою як форма, зміст і функція, то в межах окремих груп зв'язаностей обов'язково виникають когерентні явища. Такі явища перебувають у загальному інваріантному контрольованому полі систем, а відповідно притаманні їм когерентності реалізують власний потенціал у напрямі забезпечення системам стабільного цільового розвитку.

У ракурсі системно-когерентних узагальнень Сергій Снитко висунув ідею існування своєрідного когерентного поля як електромагнітного скелета складних цілісних систем. Щодо природних територіальних утворень, то притаманні їм когерентні поля відзначаються взаємопов'язаною сукупністю когерентних явищ, процесів, структур у межах функціонального поля систем. Оскільки таке поле в системі контрольоване сукупністю міжсистемних інваріантів, дотичних територіальних утворень, то й її когерентні поля є інваріантно контрольованими й стабілізованими.

46. ІНВАРІАНТНІ МОДИФІКАЦІЇ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Модифікованість територіальних систем на сьогодні перебуває в дискусійному стані. Дискусії переважно ведуться навколо антропогенно навантажених систем і впираються в дискусії навколо рівнозначності чи нерівнозначності ландшафтоформувальних компонентів, оскільки якщо такі компоненти рівнозначні, то й жодних модифікацій не може бути.

Загалом, поняття «модифікація» (від лат. *modification* – зміна) трактують як:

- зміну властивостей територіальних систем під впливом зовнішнього середовища. Різновидність – антропогенна модифікація територіальних систем (Словник іншомовних слів, 1975);
- співвіднесення самоорганізації (зміни структури) лише до змін функцій і взаємозв'язків системи, які використовуються в процесі координації (Месарович, Мако, Такаха, 1973);
- ненаслідкові зміни ознак системи, які виникають під впливом навколишнього середовища (температури, вологості й т. ін.). Модифікації виникають у межах норми реакції системи на мінливість середовища (Реймерс, 1988);
- кількісні зміни в структурі або квазістаціонарному функціонуванні (найчастіше й те, й інше водночас), які не руйнують інваріанта природних систем. Природні або спонтанні модифікації виникають найчастіше внаслідок дії флуктуаційних явищ, котрі за великим рахунком є наслідком ситуації, що закономірно (еволюційно) виникла й докорінно не порушує гармонізаційний стан відповідної ділянки ландшафтної сфери (Петлін, 2009).

Отже, модифікації характеризуються такими ознаками: виникають під впливом зовнішнього середовища (зокрема антропогенного чинника), містять лише зміни функцій і взаємозв'язків, не виходять за інваріантно встановлені норми взаємодій із середовищем, не руйнують внутрісистемних інваріантів, є кількісними мінливостями. Отже, модифікації реалізуються системами в межах їх інваріантно дозволеної мінливості.

Найчастіше вважають, що модифікації територіальних систем – це утворення (наприклад ландшафтні) з певним ступенем антропогенних змін. Дещо звужений підхід, оскільки зазначені явища, які характеризують модифікації, можуть виникати у природних систем також спонтанно без жодних утручань із боку антропогенного чинника. Що ж до саме антропогенних модифікацій, то це стан природних територіальних систем, котрий характеризується сукупністю параметрів антропогенно зміненої їхньої структури, що є незмінними упродовж певного часу – переважно рік і більше (Міллер, Петлін, Мельник, 2002). За антропогенних модифікацій не

відбувається заміна інваріанта територіальної системи. Вона загалом продовжує виконувати внутрішню еволюційну та зовнішню ландшафтотримувальну програму. Антропогенна модифікованість найчастіше проявляється в скороченні часу існування як окремих еволюційних станів, так і системи в цілому.

Інколи антропогенні модифікації, наприклад, ландшафтних систем трактують як:

- фації та урочища, які перебувають під дією радикальних антропогенних трансформацій (Исаченко, 2003);
- антропогенні модифікації антропогенних ландшафтів відрізняються від природних трьома особливостями: відсутністю природного саморозвитку, спрощеністю їхніх біологічних складових, меншою стійкістю до зовнішніх впливів (Царик, 2006).

Вимушені не погодитися з визначенням відомого географа-ландшафтознавця. Антропогенно модифіковані територіальні системи дійсно перебувають під дією антропогенних впливів, але вони не належать ані до радикальних, ані до трансформаційних. Поняття «модифікація» тотожне поняттю «видозміна», «поява нових ознак» (Словник іншомовних слів, 1975). Тобто це тимчасові кількісні видозміни територіальних систем, які не призводять до руйнування їх інваріантів. Отже, антропогенні модифікації – це фації та урочища, які перебувають під тимчасовою дією антропогенних впливів, що не виводять систему з інваріантних станів. Тобто в стані модифікованості, зокрема антропогенної, територіальні системи залишаються під контролем сукупності притаманних їм внутрі- й зовнісистемних інваріантів, а тому модифікованість торкається лише кількісних характеристик параметрів і функцій територіальних систем.

Рушійним чинником модифікованості природних територіальних систем є модифікатори (від лат. *modifico* – змінюю). Найчастіше ними вважають чинники оточуючого середовища, які викликають структурно-функціональні зміни в територіальних системах. Модифікатори здатні впливати на зв'язки в межах організованості природних територіальних систем і при цьому сприяють кількісним змінам організаційної мінливості, наслідком чого стає виникнення в системах проміжних цілей на здійснення регенеративних функцій. Унаслідок ефекту модифікованості територіальні системи можуть скорочувати або видовжувати час реалізації певних еволюційних станів.

Наслідком виникнення модифікацій у територіальних системах завжди є певні зміни. Загалом, зміна в природній територіальній системі – це поява нових властивостей або втрата будь-яких із них, притаманних цьому територіальному утворенню внаслідок дії зовнішніх або внутрішніх чинників (Плахтій, Чинчик, Кобринська, 2011). Часто такі зміни є недетермінованими (невизначеними), коли майбутні стани системи зумовлені

факторами випадковості (стохастичності) й невизначеності (ймовірності) (Основи стійкого розвитку, 2005). Водночас оскільки зміни, викликані модифікованістю систем, перебувають у межах їхніх інваріантів, то вони спроможні викликати лише кількісні зміни в пов'язаних із ними компонентах та структурах.

Викликані модифікованістю зміни (як природні, так і антропогенно зумовлені) спроможні здійснювати зміни складу системи, її стану, функціональної структури, режимів компонентів природи, викликані тими чи іншими впливами людини на природу. Різна реакція природних компонентів на впливи (є компоненти, які розповсюджують впливи; наявні компоненти, що поглинають або накопичують і передають наслідки впливів) та різна здатність їх до самоочищення визначають територіальне розповсюдження змін та їх тривалість. Зміни природи можуть бути *зворотними*, коли після припинення навантаження можливе повернення природи в наближений до вихідного стан, та *незворотними*, коли таке повернення стає неможливим (Шищенко, Гавриленко, 2014). Та завжди зміни викликають мінливість у системах стану. Безпосередньо зміну стану сприймають як:

- функціонування ландшафту, котре відбувається в межах його інваріантної часово-просторової структури. Водночас ландшафт як ціле (геосистема) структурований елементами (компонентами), кожний з яких функціонує в середовищі інших, використовує його «для себе»; їх функціональна роль у ландшафті відносна, її не можна абсолютизувати за простором, часом, положенням у ландшафтній сфері (Маринич, Шищенко, 2005);
- змінну, яка характеризує зміну системи в часі або в просторі. За переходу системи через критичний стан набір змінних станів у загальному випадку повинен бути змінений (Петлін, 2016 б).

Отже, модифікації в природних територіальних системах спроможні змінити набір функціональних станів, який при цьому не спроможний змінити генеральну мету розвитку системи. Виникнення більш широкого об'єму функціональних станів приводить або до видовження певної еволюційної стадії територіальної системи, або до її часового скорочення внаслідок зростання внутрісистемного різноманіття структурних зв'язків. Інваріантний контроль за такими процесами не дає змоги системам унаслідок додаткової станової мінливості вийти за межі інваріантно контрольованого коридору дозволеної мінливості.

Щодо появи проміжних цілей у територіальних систем, які перебувають у стані модифікованості, то саме поняття «проміжний» (англ. *annectent*) – який відбувається в період між двома або кількома явищами, періодами тощо (Словник української біологічної термінології, 2012) у цьому контексті означає, що викликані модифікованістю стани перебу-

вають між певними організаційно стабільними програмованими станами (у межах якого вони виникли й до наближено якого повернуться внаслідок системного розвитку), де виникає необхідність виконати системою цільове завдання, спрямоване на реалізацію регенеративних функцій. Таке цільове проміжне завдання, перебуваючи під постійним контролем із боку внутрісистемного інваріанта, лише приводить до підвищення різноманіття задіяних системних зв'язків, що здатне спричинити швидший вихід системи до наступної еволюційної стадії.

Отже, проміжкові цілі найчастіше це цілі регенеративного змісту. Саме поняття «регенерація» (від лат. *regeneratio* – відродження, відновлення) сприймають як:

- відновлення природної територіальної системи після антропогенного порушення;
- спроможність природних систем повністю або частково відновлювати свою структуру. При цьому абсолютного відновлення ніколи не відбувається, оскільки внаслідок деструктуризації й наступної регенерації в системі обов'язково зростає складність структури внутрішніх, міжструктурних зв'язків, а отже, порушується їх баланс зі складністю структури зовнішструктурних зв'язків, при цьому скорочується характерний час існування самої системи.

Регенеративна сукупність станів у територіальних системах, незважаючи на її позапрограмований характер, перебуває в межах відповідного внутрісистемного інваріанта, що надає їй певної стабільності для досягнення проміжкової регенеративної цілі.

Постає запитання: чи існують у модифікованості функції адаптивності? Загалом поняття «адаптивність» сприймають як:

- спроможність до адаптації (Ожегов, 1986);
- наявний результат сумісності, узгодженості господарської підсистеми з природною, виражений у просторі за певний інтервал часу, який характеризується ступенем адаптивності ПГТС (Позаченюк, 1999);
- властивість будь-якої системи пристосовуватися лише до зовнішніх впливів на неї (Гринченко, 2006);
- спроможність системи змінювати свою структуру й вибирати варіанти поведінки під впливом чинників навколишнього середовища відповідно до нових цілей системи (Гольшев, 2011).

Отже, адаптивність – це все ж таки властивість або здатність системи до здійснення адаптаційного процесу. Притаманна ця спроможність як природним, так і антропогенно модифікованим та антропогенним територіальним системам. Вона належить до системи їх інваріантнозберігальних механізмів. Отже, адаптивна модифікація територіальних систем – це спрямована кількісна зміна їхніх ознак (яка не стосується їхньої інваріантної структури), викликаних модифікуючою дією середовища.

47. ЦІЛЕСПРЯМОВАНІСТЬ ТА ІНВАРІАНТНА ОРГАНІЗОВАНІСТЬ ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Поняття «цілеспрямованість» сприймають як здатність до вибору поведінки залежно від внутрішньої мети (Дружинин, Конторов, 1976). При цьому поняття «вибір» сприймають як:

- спроможність природних територіальних систем обирати шлях розвитку з кількох можливих варіантів (Петлін, 1993);
- результат процесу, тобто це реалізований і запам'ятований результат із кількох можливих результатів (Чернавский, 2004);
- дію, що реалізує підпорядкованість усієї діяльності певній меті або їх сукупності (Сорока, 2005).

Питання: якщо цілеспрямованість містить певну сукупість виборів розвитку природної системи, то чи кожному з цих варіатів притаманна та сама мета? Якщо притаманна, то всі ці варіанти розвитку перебувають у межах одного системного інваріанта й ним контролюються.

Загальною метою будь-якої природної територіальної системи є збереження її програмованого розвитку, який забезпечуватиме стан гармонізації її функціонального оточення, навіть в умовах антропогенного навантаження (антропогенної модифікації) (Петлін, 2013). Отже, інваріантна організованість територіальних утворень у природі побудована таким чином, щоб забезпечити їхньому навколишньому середовищу, а безпосередньо дотичним територіальним системам, гармонійне співіснування. При цьому системи реалізують декілька взаємопов'язаних цілей другого підпорядкованого плану. Це цілі функціонально-ситуаційні. Вважають, що ситуаційна мета виникає внаслідок флуктуаційної ситуації. Вона може полягати в найшвидшому поверненні системи до вихідного (наближеного до вихідного) стану, якщо система перебуває в межах глобального стану саморозвитку або вибору шляху до того чи іншого атрактора, якщо система перебуває в межах глобального стану самоорганізації. Зауважимо, що флуктуації істотно відрізняються від будь-яких інших коливань параметрів системи. Флуктуації – це ті коливання, які можуть значно впливати на трансформацію системи, зумовивши її еволюцію. У теорії макроскопічної фізики (Пригожин, 2006) вважається, що флуктуації не відіграють значної ролі, а є лише невеликими поправками. Однак за станів системи, наближених до точок біфуркації, флуктуації набувають значної вагомості, оскільки в подібному стані поведінка системи та її параметри визначаються саме флуктуаціями (Кубатко, 2017). Реалізація сукупності притаманних територіальним системам ситуаційних цілей є певними відхиленнями від генерального її цільового розвитку. Водночас такі відхилення інваріантно

контрольовані шляхом установлення для них коридору обмежень в інтенсивностях прояву.

Щодо функціональної цілі, то такою в системах є спосіб досягнення мети, яка відома системі, тобто вона вже досягала цю ціль. Функціональні цілі повторюються в часі та просторі (Катренко, 2013). У межах інваріантної організованості функціональні цілі не лише здатні реалізувати певні відхилення від генерального цілеспрямованого розвитку системи, а й надавати цьому розвитку певної стабільності, оскільки цілком прямолінійний розвиток ніколи не буває стійким. Відповідно, наявність функціональних цілей у розвитку територіальних систем закладена в їх інваріантній організованості.

Оскільки організаційна поведінка складних територіальних утворень є еволюційно сформованою дією, організованою, на основі саморегулювання й прояву цілісності, як реакція на внутрішні й зовнішні чинники, спрямованої на досягнення певної мети у вигляді закономірного послідовного набору станів (Петлін, 2016а), то для досягнення такого результату вона повинна не просто бути внутрішньоконтрольованою та спрямованою, а й забезпечена підтримкою з боку навколишнього середовища. Отже, тут повинна бути узгоджена взаємодія внутрісистемного й сукупності міжсистемних інваріантів.

Поведінка природної територіальної системи – завжди неоднозначна дія, тобто існує її вибір. У якості такого вибору пропонують розуміти наявність деякої сукупності різних наслідків, які відповідають одній зовнішній причині в певних умовах. Вибір поведінки можливий лише за взаємодії систем, що самокеруються з навколишнім середовищем або один з одним. Він ґрунтується на відображенні минулих і сучасних ситуацій. У цьому випадку наслідок не може бути передбачений однозначно (Українець, 1968). Водночас такий вибір повинен бути інваріантно обмеженим, оскільки повинен відповідати як внутрісистемним, так і міжсистемним особливостям, тобто не порушувати міжсистемної гармонії відношень. Саме тому вибір поведінки територіальної системи повинен відповідати двом головним вимогам: на нього повинна бути витрачена мінімальна кількість внутрісистемної й міжсистемної енергії, компонентна й структурна мінливості, які йому притаманні, не повинні перевищувати інваріантно встановлених обмежень.

Мету поведінки природних систем сприймають у вузькому й широкому значенні. Метою поведінки відкритої нелінійної системи (у вузькому розумінні) вважають наявність своєрідного «кінцевого стану» – відносно завершувального певний етап еволюції системи (Князева, Курдюмов, 2005). Щодо природних територіальних систем, то таким «кінцевим станом» може бути завершення певної еволюційної стадії (до таких стадій належать зародження, зрілість, клімакс і якісний розвиток у вигляді само-

організації). Метою поведінки відкритої нелінійної системи (у ширшому розумінні) вважають завдання, до якого прагнуть у своїй еволюції всі природні територіальні системи (Петлін, 2006). Це генерельна мета, яка полягає в забезпеченні відповідній ділянці ландшафтної сфери узгодженого (гармонійного) існування в часі та просторі.

Мета поведінки територіальних систем тісно пов'язана з метою їх розвитку, що є не лише програмованим майбутнім станом системи, а й програмованим намаганням зберігати стан гармонізації в межах свого функціонального оточення навіть в умовах антропогенного навантаження (антропогенної модифікації) (Петлін, 2016в). Отже, усі цілі, досягнення яких прагнуть територіальні системи, є цілями їх організованості. І саме інваріантно підтримувальна цільова організованість надає системам змогу досягати генерельної, тобто глобальної мети. Вона задається системі ще під час її виникнення й формується в надрах материнської попередньої системи. Вона володіє своєрідним інваріантом, якому підпорядковані всі процеси, котрі в системі відбуваються. Полягає така мета у всебічному сприянні (навіть шляхом власного знищення) зберіганню відповідної ділянки ландшафтної сфери (у межах функціонального оточення системи) в гармонізованому стані (гармонізованому розвитку). Така мета наскрізно проходить через усі класи й види мети. Відмінністю саме мети глобальної є те, що вона переважно має міжсистемно-функціональний характер, а відповідно, її досягнення контролює сукупність взаємопов'язаних міжсистемних інваріантів.

Організованість природних територіальних систем перебуває в стабільному розвитку лише завдяки керівним функціям притаманної їм сукупності внутрі- й міжсистемних інваріантів. Таке керування також характеризується певною метою, тобто є цілеспрямованим. Вважають, що загальною метою керування є підтримка деякого бажаного стану об'єкта в разі впливу на нього різних збурень. Процес (об'єкт) називають керованим, якщо серед усіх впливів на нього є й такий, за допомогою якого можна домогтися поставленої мети. Оскільки головні керівні функції в територіальних системах належать їхнім інваріантам, то їм притаманна й мета такого керування. Вона полягає в забезпеченні відповідної територіальної системи контрольованим перебігом програмованих станів і своєчасним вмиканням протидіючих та регенеративних механізмів у випадку наявності деструктивних зовнішніх впливів. Явище інваріантного цілеспрямованого керування буде оптимальним, якщо мінливість підконтрольної територіальної системи перебуватиме в межах інваріантно встановлених обмежень.

Наявність в природних територіальних системах сукупності різноманітних навіть підпорядкованих цілей свідчить про їх організаційну необхідність (рис. 47.1).

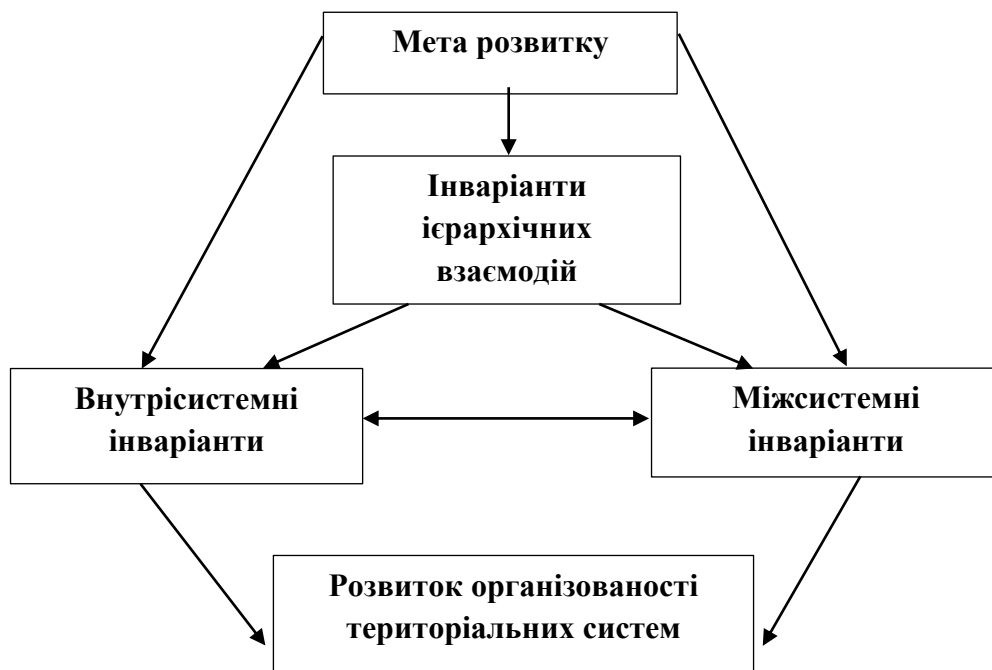


Рис. 47.1. *Схема цільового розвитку природних територіальних систем*

Відповідно до наукового факту цільової необхідності, для забезпечення можливості свого існування система повинна мати комплекс власних цілей (Янковський, 1997). І саме тому головна функція системної цілеспрямованості перебуває в їх інваріантній організованості, яка водночас є головним контрольним організаційним блоком.

Загальноприродну функцію цілеспрямованості проголошує й кібернетичний принцип теології (запропонований Н. Вінером). Відповідно до нього будь-яка система телеологічна, тобто має мету існування. Ця телеологічність зумовлена тим, що система одержує інваріантно забезпечені корегувальні сигнали, котрі дають їй змогу не зійти зі шляху. Таке корегування відбувається завдяки інваріантно контрольованим зворотним зв'язкам, які пригнічують будь-яке відхилення в програмі поведінки, що виникають під зовнішнім впливом середовища.

48. ІНВАРІАНТНІСТЬ ТА АРХІТЕКТУРНА ОРГАНІЗОВАНІСТЬ ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Серед архітектурних явищ природних територіальних систем найповніше відзначається ландшафтна архітектура. Її сприймають як:

- оформлення всього ландшафту, який належить до сфери діяльності людини (Нийне, 1963);
- особливий вид архітектурної діяльності, спрямований на створення гармонійного й доцільного середовища для людського життя (Гродзинський, Савицька, 2005);
- напрям в архітектурі, тісно пов'язаний із містобудуванням і територіальним плануванням, метою якого є створення задовільного просторового середовища життя людини й цілеспрямоване перетворення довкілля зі збереженням його природних особливостей і підвищенням естетичних властивостей (Ландшафтне планирование ..., 2006);
- об'ємно-просторову організацію території, об'єднання природних, будівельних й архітектурних компонентів у цілісну композицію, що несе певний художній образ (Біоніка в дизайні, 2014).

Отже, архітектура таких складних територіальних систем, як ландшафтні, полягає в об'ємно-просторовій організованості території, яке полягає у створенні та підтримуванні композиційно-цілісного, гармонійного й відповідно доцільного як для природи, так і для людини середовища. Отже, для реалізацій територіальними системами архітектурних властивостей потрібна наявність відслідковуючого, підтримувального, координувального й контролюючого апарату. Такі функції в системах здатні виконувати лише їхні інваріанти. Саме вони спроможні забезпечувати системну організованість композиційними особливостями на рівні міжсистемної доцільності.

Щодо просторової архітектурної організованості, то її найчастіше сприймають як:

- організацію, яка залежить від просторових розмірів компонентів (молекула, клітина, організм, екосистема), від їх просторового розміщення та узгодженості (Гнатів, Хірівський, 2010);
- властивість природних геосистем як цілісних утворень, що полягає в одночасній диференціації та інтеграції, що є результатом їх розвитку (Шищенко, Гавриленко, 2014).

Таку організованість поділяють на просторову внутрісистемну, яка є структурною характеристикою природних територіальних систем і виявляється у взаєморозміщенні їхніх структурних складових, конфігурації, просторової мінливості тощо, а також на просторову зовнісистемну як одну з основних властивостей ландшафтного середовища, структурність якого

зумовлюється різноманітністю поєднаних територіальних систем, а мінливість – функціональними процесами в досліджуваній системі та в системах середовища (Петлін, 2008). Отже, архітектурна просторова організованість природних територіальних систем переважно оперує поняттям «структурність», що контролюється для будь-якого територіального утворення сукупністю притаманних йому міжсистемних інваріантних відносин. При цьому реалізація цього явища виявляється в структурній композиції.

Загалом, поняття «композиція» сприймають як співвідношення окремих частин (компонентів), котрі утворюють одне ціле (Стадницький, Комарницький, Товкан, 2010), де її рухомим чинником є композиційність. Її розуміють як:

- зовнішній прояв будови, структури, розміщення як наслідок взаємного зв'язку складових частин певної єдності (Петлін, 2010);
- стан і властивості системи, які залежать переважно не від властивостей її елементів, а від композиції, тобто зв'язків між ними (Мельник, 2016).

Для того щоб композиційність була здатною забезпечувати цілісну системну композицію, вона повинна характеризуватися просторово-часовою стабільністю, що забезпечує їй спирання на інваріантні властивості територіальних утворень. На рівні системної цілісності спостерігаємо глибинно-просторову композицію, яка відзначається не лише поєднанням площ й об'ємів композиційних елементів, а й міжкомпозиційних явищ. Така будова переважно характеризується не площею та об'ємом, а простором, що функціонально значно глибше (Петлін, 2018).

Із позиції фронтальності, тобто переднього плану, де композиція систем набуває фронтального вигляду вона насамперед пов'язана з особливостями такого системоформувального чинника, як рельєф, який контролює форму й композиційну побудову за рахунок контрольованого перерозподілу речовини та енергії. Найчастіше фронтальну композицію розглядають як умовно замкнену, котра розвивається лише всередині територіальних систем. Водночас фронтальна композиція є елементом глибинно-просторової організованості систем. Вона спроможна не лише органічно увійти до загальної композиційної структури, але й навіть стати певним композиційним центром за аналогією з тим, як рельєф (головна властивість літогенної основи) є головним чинником просторового виокремлення ландшафтних систем. Якщо враховувати той факт, що саме літогенна основа є головним чинником формування стабільної структури системних інваріантів, то фронтальна композиція систем, яка на ній ґрунтується, є проявом головних рис системної інваріантності.

В організаційно-архітектурному функціонуванні територіальних систем значну роль відіграє об'ємна асиметрична композиція. Вона характеризує широкі можливості систем для виконання різноманітних функціональних

завдань, за допомогою яких реалізуються певні організаційні вимоги. Композиційна об'ємна асиметрійність розкриває всю багатогранність систем: індивідуальність її складових, певну свободу функціонального вибору, різноманіття функціональних, динамічних та еволюційних ознак тощо. Практично саме асиметрійна об'ємна композиція формує індивідуальність усієї цілісної ієрархічно ускладненої територіальної системи. У будь-якій територіальній композиції об'ємні симетрійна й асиметрійна композиції є взаємодоповнювальними. Співвідношення між ними не статичне – воно мінливе в часі, але завжди перебуває в межах певного інваріантного коридору мінливості. Щодо композиції саме ієрархізованих територіальних систем, то її сприймають як ієрархічну будову й структуру підрівнів загальної ієрархічної конструкції, просторово-часове розміщення та взаємозв'язок її складових частин, які, безумовно, поєднані спільними організаційними цілями. Така ієрархічна композиція насамперед сприяє сумісності складових загальної конструкції. Архітектурності композиції ієрархізованих територіальних систем задають їхні об'ємні властивості, що характеризуються тривимірністю (об'ємом). Отже, вона відзначається просторовою цілісністю щодо будь-яких природних територіальних систем. Її поділяють на два типи – симетрійну й асиметрійну. Симетрійна композиція характеризується однаковістю організаційних залежностей для всіх композиційних елементів. Це надає будові врівноваженості. Водночас це не заважає, наприклад, функціональним структурним компонентам складної системи мати індивідуальні ознаки та навіть організаційну мету (Петлін, 2018). Інваріантно-архітектурні об'ємні властивості складних територіальних систем забезпечують їх просторово-часовою стабільністю на основі безперервного інваріантного контролю за їх мінливостями.

Саме інваріантно-системний контроль є основою для будь-яких архітектурних властивостей територіальних систем бути доцільними в системній та міжсистемній організованості. Поняття «доцільність» має певну кількість різноманітних трактувань, наприклад:

- відповідність, гармонійність одних елементів системи щодо інших (Богданов, 1925);
- залежність будови речей від деякого плану, ідеальної форми. Це – антелехія як активний початок, те, що формує, організує косну матерію за наявними ідеальними «шаблонами» або «планами». В реальності ентелехія і є сам план, сама ідеальна форма, яка має, на противагу косної матерії, активність, діючий, перетворювальний початок (Арістотель, 1934);
- єдність відповідностей (за Богдановим і Фроловим) (Опарин, 1960);
- відповідність системи умовам середовища (Фролов, 1961);
- доцільність, притаманна всім системам природи – це такі процеси й системи, у яких суттєві характеристики (шлях, швидкість, час, енергія,

кількість використаного матеріалу, інформація тощо) визначаються на основі оптимальних наслідків і станів («кінцевих причин») цих процесів та систем (Асеев, 1971);

- бути доцільним – буквально означає перебувати у відповідності до мети. У широкому розумінні, доцільність може бути визначена через принцип сумісності як така форма сумісності елементів системи, за якої взаємодія між ними слугує збереженню певної системи або виконанню її функцій (Сетров, 1972);
- відповідність поставленій меті (Великий тлум. словник ..., 2004);
- оптимальна всезагальна закономірність, спрямована на досягнення гармонійності між взаємодіючими елементами (системами) шляхом єдності й відповідності умовам середовища, що реалізується системами залежно від певного плану досягнення організаційної мети. Тобто головним атрибутом, який визначає доцільність, є мета (Петлін, 2013);
- міжелементна та міжсистемна гармонійність і єдність, що залежить від плану (мети). У такому трактуванні доцільність значною мірою і є гармонійністю (Петлін, 2019).

Отже, доцільність в організованості природних територіальних систем – це насамперед відповідність їх інваріантно контрольованій мінливості в ракурсі наявної мети, за внутрісистемної й міжсистемної функціональної сумісності – на рівні гармонійності їх взаємовідносин. Тобто головним чинником, який забезпечує системам властивості доцільності, є їхня інваріантна програмованість і контрольованість.

Отже, архітектура гармонійної складової у загальній організованості територіальної системи представлена складною, мінливою в часі гармонійною конструкцією, яка складається з гармонійних структур, зв'язків і процесів та спрямована на інваріантний контроль і відповідні обмеження щодо функціональної активності компонентів і функціональних структур територіальних систем. При цьому ці інваріантні обмеження взаємопов'язані й становлять загальну систему гармонійно орієнтованих обмежень (Петлін, 2019).

Загалом архітектура організованості природних територіальних систем полягає в їхніх уявленнях у вигляді складних конструкцій, котрі складаються з багатьох різнорівневих структур, що переплітаються в просторі й постійно перебудовуються в часі. Така архітектура характеризується наявністю загальносистемних та внутрісистемних (індивідуальносистемних) обмежень. Загальносистемні обмеження полягають в ідентичності основних структурних форм організованості (наявності центральної та периферійних структурних складових). Обмеження внутрісистемні діють відповідно до індивідуально-інваріантних особливостей систем і спрямовані на збереження гармонізаційної насамперед ландшафтної, різноманітності

природи. Отже, ці обмеження функціонально різноспрямовані, але становлять єдину діалектично-функціональну цілісність.

Щодо архітектури функціонування природних територіальних систем, то до неї належить, наприклад, питання: якими вузловими механізмами своєї архітектури поєднуються субсистеми, для того, щоб одержати суперсистему (Анохін, 1978). Щодо наприклад гармонійної складової систем, то їх функціональна архітектура представлена системою вузлових точок, які скріплюють усю гармонійну структуру. Це дуже локалізовані в просторі ділянки ландшафтної сфери, у яких відбувається поєднана взаємодія трьох і більше гармонійних структурних складових. Найчастіше такі вузлові ділянки інформаційно значно різноманітніші, ніж поєднані структури.

49. ІНВАРІАНТНІСТЬ І ПРОГРАМОВАНІСТЬ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Насамперед з'ясуємо, як трактують поняття «програма» в наукових працях:

- розширений план проведення досліджень (Опарін, 1960);
- інформація, яка вироблена системою в процесі розвитку або передана їй зовні й визначає поведінку системи в майбутньому (Арманд, 1971);
- алгоритм поведінки системи для досягнення певної мети або виконання заданої функції; є системою знаків, послідовність (порядок) дії яких у якості сигналів і реалізує алгоритм поведінки (Сетров, 1975);
- наперед продуманий план певної діяльності (Ожегов, 1986);
- «коридор» функціональних можливостей систем, у межах якого системи мають право вибору варіанта дії, при цьому будь-яка з них обов'язково повинна відповідати певній програмній меті... Це шлях до реалізації програмної мети й зійти з цього шляху в стані спонтанного функціонування системи неспроможні. Це відбувається на достатньо локалізованих рівнях територіальної організації під деструктивним впливом антропогенного чинника (Петлін, 2013).

Наявність програм в організованості природних територіальних систем надає їм можливість розвиватися не хаотично, а за заздалегідь наданим планом. Хто або що формує й надає системам такий план-програму? Навколишнє функціональне середовище здійснює це з метою забезпечення власної просторово-часової стабільності. Отже, будь-яка територіальна система з'являється вже з готовою програмою подальшого розвитку, виконання якої контролюють інваріанти систем.

Рухомою властивістю таких програм є явище програмованості. Це реальна функція природних територіальних систем, яка спрямована на керування забезпечення їх перебування в межах інваріантно визначеного коридору розвитку (Петлін, 2019). Програмованість не жорстка функція. Вона характеризується свободою вибору в організаційній мінливості системи, але лише в межах інваріантно визначених обмежень інтенсивності. У територіальних утвореннях така програмованість набуває гармонійного вигляду, який є гармонійно орієнтованим, обмеженим вимогами збереження гармонійних функцій інваріантним коридором розвитку, спрямованим на забезпечення системам досягнення гармонійної мети (Петлін, 2019), тобто забезпечення системі перебування в межах гармонійного стану внутрішніх і міжсистемних відношень.

Будь-яка територіальна система характеризується одночасною наявністю гармонійної й дисгармонійної складових, співвідношення яких і формує їхні стани. Стан гармонійної складової природних територіальних

систем представлений сукупністю гармонійних властивостей і процесів у певний проміжок часу, які забезпечують стійке положення системи в межах інваріанта, що характеризується співвідношенням гармонійно орієнтованих параметрів структури й функціонування, при цьому це не механічна сукупність станів гармонійних складових, а емерджентна сукупність гармонійних структурних властивостей, що мають інформаційну здатність бути переданими (Петлін, 2019). Гармонійна складова для кожної територіальної системи має індивідуальний характер. Та в кожній із них вона підтримується і є складовою системного інваріанта. Саме вона забезпечує системі стабільне перебування в межах визначеного програмованого напрямку розвитку. Водночас завжди, як її протилежність, існує частка дисгармонійного стану. Загалом, у дисгармонійному стані територіальні утворення не просто розбалансовані – вони перебувають на значній віддалі від оптимального стану, характеризуються підвищеною нелінійністю, значною функціональною хаотичністю. Їх гармонійна складова обмежена в контрольних функціях, а тому залишається оптимально нереалізованою. Водночас тривалість перебування систем у дисгармонійному стані, коли він є домінуючим, свідчить про те, що такий стан може певною мірою задовольняти їхнє функціональне середовище (дотичні територіальні системи). Таке явище нагадує стан хаотичної синхронізації тобто ситуацію, за якої всі пов'язані підсистеми функціонують хаотично, але однаково синхронно (Дмитриев, 2001). Постає запитання: чи дисгармонійна частка загального стану територіальної системи інваріантно підтримується? Безумовно, оскільки те, що не має в організованості протилежності, не здатне існувати. Отже, дисгармонійні частки загального стану системи також повинні бути програмно забезпечені. Більше того, вони мусять відповідати особливостям її навколишнього функціонального середовища тобто його стану.

Загалом, стан навколишнього середовища сприймають як:

- стійку, інваріантну щодо центральної системи сукупність функціональних структурних властивостей навколишнього середовища в певний проміжок часу, яка є проявом, а також мірою розвитку й водночас інформацією про його функціонування (Замятина, 2002);
- головний чинник виникнення структури територіальних утворень й інформації, який таке утворення супроводжує. Якщо враховувати, що стан навколишнього середовища – це стійка, інваріантна щодо центральної системи, сукупність функціональних структурних властивостей навколишнього середовища в певний проміжок часу, котра є проявом, а також мірою розвитку й водночас інформацією про його функціонування, то інформація про такий стан обов'язково повинна нести відомості про необхідну структурну організацію. Організацію не лише певної системи, але і її навколишнього функціонального середовища (Петлін, 2017).

Оскільки структурно навколишнє функціональне середовище природних територіальних систем неоднорідне (залежить від кількості дотичних територіальних утворень), а кожне з них характеризується власною програмою розвитку, то виникає навколо систем своєрідне неоднорідне поле територіальних програм, поєднаних спільною результатною ціллю – збереження відповідної ділянки ландшафтної сфери в стабільному врівноваженому розвитку. Оскільки кожна індивідуальна програма контролюється й підтримується внутрісистемними інваріантами, то в просторі поля програм виникає явище необхідної програмно-інваріантної узгодженості. Спрямоване воно на забезпечення програмам стабільного виконання поставлених завдань. При цьому з часом певні програми можуть зникати з якісним розвитком систем (закінченням виконанням ними програми) але завжди на їх місці з'являється програма нової системи, що продовжує підтримувати міжпрограмну стабільність.

Відповідно до аксіоми програмованого розвитку систем кожна природна територіальна система розвивається із заздалегідь створеною програмою, що формується на базі попередньої територіальної системи й задовольняє вимогу підтримання стану гармонізаційного існування її оточення. Така програма формується цим оточенням і новий атрактивний розвиток систем вже виникає, формується й організовується відповідно до вимог, які складають основу такої програми. Кожна така програма характеризується певною стійкістю як у просторі, так і в часі. Чим більше вона відповідає вимогам міжсистемної гармонізації, тим є стійкішою (Петлін, 2016в). При цьому функції контролю, а отже, і стабільності системних програм природою покладено на скупність внутрі- і міжсистемних інваріантів, які, завдяки системі різноманітних зв'язків, узгоджують свої дії.

Будь-яка індивідуальна програма організованості й розвитку природних територіальних систем є цільовою, тобто вона спрямовано приводить систему до певного результатного наслідку. Відповідно до наукового факту залежності функціонування системи від результату, система завжди «намагається» одержати запрограмований результат і заради цього здатна піти на найбільші збурення у взаємодії своїх компонентів (Анохин, 1973). Отже, цільова спрямованість програм розвитку територіальних утворень приводить до появи підпорядкованості у варіантах досягнення запрограмованої мети. Така підпорядкованість полягає в тому, що збереження внутрішньої стабільності (компонентної, структурної, цілісно-функціональної) є другорядним щодо збереження стабільності міжсистемної. Відповідно, і збереження внутрісистемних інваріантів є другорядним щодо збереження міжсистемних інваріантів.

Програма розвитку природних територіальних систем є стійкою їх функцією як у просторі, так і в часі. Виникає явище персервації у вигляді тенденції систем продовжувати притримуватися певної моделі поведінки,

незважаючи на мінливість умов середовища. Персервація може здійснюватися до тих пір, доки вона стане неадекватною інваріантним вимогам ландшафтного оточення. Кардинально такі вимоги можуть бути змінені наприклад утручанням антропогенного чинника, який якісно змінить дотичні територіальні системи. Як наслідок, оточення ставить інші вимоги й до відповідного територіального утворення, і до програми його організаційного розвитку. Якісна зміна системної персервації змінює перебіг еволюційних стадій у системі, але не змінює її генеральної мети розвитку. Такі явища відбуваються за збереження основи внутрісистемного інваріанта і його контрольних функцій.

Будь-яка програма організованості природних територіальних систем гармонійно орієнтована. Це їхня функція, яка спрямована на гармонійно орієнтоване, інваріантно кероване забезпечення їх перебування в межах інваріантно визначеного коридору розвитку (Петлін, 2019). Це явище виникає тому, що самі системні інваріанти організовані з перевагою гармонійних функцій. Як наслідок, з'являється програмований результат розвитку систем, спрямований на досягнення нею стану максимальної гармонії з ієрархічно ускладненим навколишнім функціональним середовищем на фоні закономірного перебігу внутрісистемної мінливості. Такий результат характеризується статичністю за будь-якого перебігу подій у територіальних утвореннях (Петлін, 2013). Час отримання програмованого результату – суто індивідуальна ознака територіальних систем. Він може змінюватись в діапазоні від декількох секунд до тисяч років. При цьому сам програмований результат не змінюється. Механізми, за допомогою яких системи отримують програмований результат, пов'язані з наявністю структурованого інваріантного керівного блоку й сукупністю взаємопов'язаних градієнтів різноманіття зв'язків. Досягнення системою програмованого результату означає її переважно гармонійне «вписання» в структуру міжсистемних зв'язків незалежно від стану, у якому перебуває система.

50. ІНВАРІАНТНО-МОДУЛЬНА ОРГАНІЗОВАНІСТЬ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ

Поняття модуля (англ. *module*) широко використовується в різних наукових і ненаукових (наприклад практичних) напрямках. Воно має доволі широкий спектр трактувань, серед яких щодо організованості природних систем можемо виокремити такі:

- найменший повторювальний елемент, який при цьому слугує головним організувальним принципом композиції або візуальної системи;
- функціональний вузол, що виконує певну функцію, має закінчене оформлення й засоби сполучення з іншими вузлами.

Отже, модуль у територіальних утвореннях повинен не лише бути завжди присутнім, а й слугувати головним організувальним принципом загальної організаційної композиції, мати функціональну природу й зв'язки з іншими структурно-вузловими утвореннями. Природні модулі найчастіше поділяють на компонентно-елементні й системно-цілісні. Тобто будь-яка територіальна система містить таку сукупність компонентно-елементних модулів, скільки системоформувальних компонентів її складають. Щодо системно-цілісних модулів, то такими вважають сукупність усіх елементів системи, пов'язаних безпосередніми відношеннями з якимось одним елементом або їх деякою фіксованою групою. Будь-який модуль є моно центричною структурою. Класична модель екосистеми – типовий приклад модуля, виділеного з геосистеми. Узагалі в геосистемі можна виокремити, як мінімум, стільки модулів, скільки в ній є елементів (Василега, 2010).

Моноцентричність передбачає наявність лише одного центра, який і здійснює в системі модульні операції щодо інших компонентних і структурних складових системи. Системно-цілісний модуль повинен характеризуватися найвищою системною стабільністю, просторово-часовою стійкістю, а відповідно найменшими амплітудами мінливості й водночас внутрі- й міжсистемною зв'язаністю. У природних територіальних системах такими ознаками відзначаються лише їхні інваріанти, які не лише спроможні, а й реалізують сукупність модульних операцій у їх організованості.

Природні територіальні системи належать до утворень, які безперервно функціонують. При цьому функціональний модуль системи формує її концепцію згідно з деревом функцій і деревом протиріч (Качала, 2007). Тут потрібно пам'ятати, що саме поняття «функціонування» означає переміщення речовини, енергії й інформації, якісну зміну ієрархічно нижче організованих систем у вищій, сукупність процесів, перетворення речовини та енергії, форму існування системи, роботу, взаємодію, мінливість і єдність станів, взаємозв'язок структур та функцій, взаємодію з навколишнім середовищем. І це ще не повний перелік (Петлін, 2016в). Отже, функ-

ціональні модулі територіальних систем характеризуються широким спектром проявів, а відповідно й розгалуженістю виявлення.

Щодо дерева функцій системи, то воно представлене декомпозицією її функцій і слугує основою для формування системи. Виділяються «функціональні модулі». У структурі їм відповідають певні «конструктивні модулі». За формування дерева функцій системи потрібно мати повноту інформації щодо її функцій (основних і додаткових). На жодному рівні ієрархії системи не можна забувати ні про жодну функцію. Виокремлюють основну функцію та функції рівнів (Качала, 2007). Отже, модульна функціональна організованість територіальних систем є підпорядкованим багаторівневим утворенням, що заповнює поле систем найрізноманітнішими функціональними проявами, де їх узгодженість контролюється системними інваріантами.

Безпосередньо функціональними модулями вважають пристрої, які самостійно виконують такі завдання, як переміщення речовини, енергії й інформації як у межах систем, так і на рівні міжсистемних взаємодій. Характеризуються швидкісною дією, а тому використовуються системами (насамперед їх інваріантами) для виконання керівних операцій. Отже, функціональні модулі – це неначе своєрідні двигуни організаційного розвитку територіальних систем. Водночас викликає сумнів твердження про їх самостійність. Оскільки вони належать певним системам, які перебувають під постійним контролем із боку їхніх інваріантів, то й притаманні цим системам функціональні модулі інваріантно контролювані. Це, поперше, означає, що вони найперше обмежені в інтенсивності не лише дій, але і їхніх наслідків. По-друге, стабільність цим модулям також забезпечують системні інваріанти. По-третє – результатна дія таких модулів інваріантно скеровується на спрямований цільовий розвиток відповідної територіальної системи.

Щодо модульної конструкції, то її сприймають як принцип проектування, який поділяє систему на менші частини, котрі називаються модулями і які характеризуються певною незалежністю, а тому мають властивість взаємозамінності. Модульні конструкції територіальних систем найчастіше перебувають під контрольною дією антропогенного чинника. У цьому амплуа модульні конструкції сприймаються як конструкти. Їх розуміють як:

- логічне або інтелектуальне (модельне) утворення, яке розкриває відношення між певними об'єктами або подіями на основі знання про їх організацію (Большой толковый словарь, 2003);
- модельне утворення, що відображає закономірності просторово-часової організації певного об'єкта і за допомогою якого реалізовується оцінка правильності знань про певні властивості, процеси, явища, що з ним реально відбуваються (Петлін, 2010, Назарук, 2019).

Такі модульні конструкції притаманні антропогенним та антропогенно модифікованим територіальним системам. Водночас, оскільки вони не позбавлені інваріантів, то для них характерний також інваріантний контроль, який спрямовано підтримує видову приналежність системи в її природному стані. Притаманні модульні конструкції (як їх різновид) і суто природним територіальним системам. Це підвид системно-природних модульних конструкцій, які є відображенням організаційних закономірностей природних систем, їхніх функціональних властивостей, цільової спрямованості в розвитку тощо. Такі модульні конструкції перебувають під невідступним контролем із боку системних інваріантів, а тому характеризуються певною стабільністю.

Щодо дерева протиріч територіальних систем, то воно відображає суперечності окремих рівнів її функціонально-структурної організації. На кожному рівні існують протиріччя між функціями й структурною організованістю, як суперечності між змістом і формою, між станом певної якості та складністю структури. Багаторівнева ієрархічна система протиріч і є дерево протиріч системи (Качала, 2007). Отже, в основу дерева протиріч як відображення модульної організованості територіальних утворень покладено саме протиріччя. Загалом, їх сприймають як:

- у логіці – будь-яке з двох суджень, таких, що, якщо одне з них істинно, то інші не можуть бути також істинним, але обидва можуть бути хибними;
- те саме, що й суперечність;
- взаємовплив між двома об'єктами, спрямований на дезорганізацію або знищення (якщо один з об'єктів має інформаційну природу) один одного.

У межах дерева протиріч перебувають стійкі й нестійкі суперечності. До стійких належать такі, за яких у певному діапазоні зовнішніх умов потоки за заперечливими зв'язками не перевищують критичних значень, необхідних для руйнування структури. Нестійкі протиріччя характеризуються тим, що в певному діапазоні зовнішніх умов потоки за заперечливими зв'язками рано чи пізно перевищують критичні значення, необхідні для руйнування структури (Жилин, 2006).

Отже, структура дерева протиріч відображає будову системної модульної структури, де кожне структурне утворення і є певним модулем. Контроль за організованістю дерева протиріч у природних територіальних системах належить взаємопов'язаній сукупності внутрі- й зовнісистемних інваріантів. При цьому саме зовнісистемним належить пріоритет.

Якщо зауважити, що конструктивні модулі систем визначають й організують також їхню морфологічну структуру на основі її функціональних модулів (Качала, 2007), то їхня роль в системній організованості значно розширюється, вона стає міжсистемно-ієрархізованою. Так, напри-

клад, модульне дерево протиріч в складноієрархізованих територіальних системах на рівні підсистем містить сукупність модульних дерев протиріч, притаманних як окремим ієрархізованим рівням, так і окремим індивідуальним територіальним системам. Відповідно, контроль за такою модульною територіальною організованістю майже цілком належить сукупності міжсистемних інваріантів.

Оскільки системні інваріанти контролюють модульну організованість територіальних утворень, то вони самі повинні характеризуватися модульною структурою. Отже, модуль інваріантний – це завжди присутня, структурована будова інваріанта, яка виконує роль одного з головних інваріантно-організувальних принципів, які формують загальну інваріантно-організаційну композицію, мають функціональну природу й забезпечують інваріантам зв'язки з іншими інваріантними структурними й структурно-вузловими утвореннями. До поняття «структурно-вузловий» належать просторові утворення, де відбувається поєднання декількох дотичних територіальних систем із власною внутрішньої вузловою структурою.

ВИСНОВКИ

Явище інваріантності в організованості природних територіальних систем далеко не нове в наукових дослідженнях. Водночас усебічне його дослідження відсутнє. Головна причина цього бачиться в інформаційній суті інваріантності. Вона неначе збігається із самою матеріальною системою й водночас виступає щодо неї головним контрольним чинником, який відстежує всю її мінливість, внутрішню й міжсистемну організованість та цілеспрямованість.

Оскільки інваріанти територіальних утворень містять усю інформацію про них, то вони самі характеризуються на інформаційному рівні всіма системними властивостями. Як наслідок, поки на рівні системних інваріантів не заплановані, наприклад, еволюційні зміни, у системах вони не відбуваються. Отже, інваріанти територіальних систем – це неначе їх контролююча «тінь», яка супроводжує їх від зародження до якісного розвитку, тобто руйнування й виникнення на їх місці іншого територіального утворення.

Перехідним механізмом між системним інваріантом та організованістю системи є її цілісність. При цьому її утворення ідентичне для будь-яких природних територіальних систем. Інваріантне підтримування цілісності реалізується впродовж усього життєвого циклу систем, тобто впродовж усіх проявів функціонування, динаміки та еволюції. Завдяки мінливості (почерговості) провідної ролі між внутрішніми й міжсистемними інваріантами на різних станах і стадіях розвитку територіальної системи вони зберігають стабілізаційно-інваріантне підтримування, що забезпечує ефективність цільового розвитку.

Наявність керівних функцій, контрольованих міжсистемними інваріантами забезпечує територіальним системам стійке перебування в межах ієрархічно ускладнених територіальних конструкцій. Більше того, це сприяє виконанню ними як проміжних цілей, так і генеральної мети: збереження відповідної ділянки ландшафтної сфери в стабільному стані за наявності постійного руйнування й зародження в їх межах індивідуальних територіальних систем.

На фоні закономірного стабільного зростання внутрісистемного різноманіття інваріанти не пристосовуються до цих процесів, а це означає, що це явище закладено в них від початку зародження системи. Отже, перебуваючи під неупинним контролем із боку дотичних територіальних систем, інваріанти несуть програму розвитку індивідуальних територіальних утворень і забезпечують її стабільну реалізацію. При цьому програ-

мовані системні мінливості в них закладені від зародження до якісного розвитку відповідних територіальних утворень.

Отже, явище інваріантності характеризується наскрізністю у межах ландшафтної сфери, на всіх рівнях її територіальної організованості, що забезпечує кожній природній територіальній системі та будь-якому їх ієрархічному рівню стабільності у просторі та часі.

SUMMARY

The phenomenon of invariance in the organization of natural territorial systems is far from new in scientific research. At the same time, there is no comprehensive study of it. The main reason for this can be seen in the informational essence of invariance. It seems to coincide with the material system itself and at the same time acts as the main controlling factor in relation to it, which monitors all its variability, internal and intersystem organization and purposefulness.

Since the invariants of territorial formations contain all information about them, they themselves are characterized at the information level by all system properties. As a result, until, for example, evolutionary changes are planned at the level of system invariants, they do not occur in the systems. Therefore, the invariants of territorial systems are, as it were, their controlling “shadow” that accompanies them from their birth to qualitative development, i.e. destruction and emergence of another territorial formation in their place.

The transitional mechanism between the system invariant and the organization of the system is its integrity. At the same time, its formation is identical for any natural territorial systems. Invariant maintenance of integrity is implemented throughout the entire life cycle of systems, that is, throughout all manifestations of functioning, dynamics, and evolution. Due to the variability (alternation) of the leading role between internal and intersystem invariants at different states and stages of development of the territorial system, they maintain stabilization and invariant support, which ensures the effectiveness of targeted development.

The presence of management functions controlled by intersystem invariants provides territorial systems with a stable presence within hierarchically complicated territorial structures. Moreover, it contributes to their fulfillment of both intermediate goals and the general goal: the preservation of the corresponding section of the landscape sphere in a stable state in the presence of constant destruction and the birth of individual territorial systems within them.

Against the background of the regular and stable growth of intra-systemic diversity, invariants do not adapt to these processes, which means that this phenomenon is embedded in them from the beginning of the system's birth. Therefore, being under constant control from the relevant territorial systems, invariants carry the program of development of individual territorial formations and ensure its stable implementation. At the same time, programmed system variability is embedded in them from the birth to the qualitative development of the corresponding territorial formations.

Therefore, the phenomenon of invariance is characterized by a thoroughness within the boundaries of the landscape sphere, at all levels of its territorial organization, which provides each natural territorial system and any of their hierarchical levels with stability in space and time.

ЛІТЕРАТУРА

1. Барановський В. А. Екологічний фактор сталого розвитку. *Екологічний вісник*. 2003. Травень–червень. С. 27–30.
2. Біленко І. І. Фізичний словник. Київ: Вища школа, Головне вид-во, 1979. 336 с.
3. Біоніка в дизайні просторово-предметного середовища / С. П. Мигдаль, І. А. Дида, Т. Є. Казанцева; Нац. ун-т «Львівська політехніка». Львів. Вид-во Львів. політехніки, 2014. 225 с.
4. Бондар О. І., Клімчук Б. П., Колядинський М. І., Мольчак Я. О. Довкілля в умовах впливу сміттєзвалищ. Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2013. 248 с.
5. Буян І. Взаємозв'язок, взаємозумовлення та взаємодія природи і людини як чинник задоволення нужд. *Економічна теорія та соціологія*. 2015. № 2. С. 84–101.
6. Вакуленко М. О., Вакуленко О. В. Тлумачний словник із фізики. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 767 с.
7. Василега В. Д. Ландшафтна екологія: навч. посіб. Суми: Вид-во СумДУ, 2010. 303 с.
8. Василенко Л. І. Теоретичні аспекти проблеми ландшафтного різноманіття. *Ландшафт як інтегруюча концепція ХХІ сторіччя*: зб. наук. праць. Київ: 1999. С. 4–50.
9. Васюкова Г. Т., Ярошева О. І. Екологія. Київ: Кондор, 2009. 524 с.
10. Великий тлумачний словник сучасної української мови / уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. Київ; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. 1440 с.
11. Влах М., Котик Л. Теорія і методологія географічної науки. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2019. 344 с.
12. Гавриленко О. П. Методологія наукових досліджень. Київ: Ніка-Центр, 2008. 172 с.
13. Ганущак М., Тарасюк Н. Водний чинник в розвитку і функціонуванні природно-антропогенних комплексів басейну річки Стир: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 2019. 236 с.
14. Геренчук К. І., Раковська Е. М., Топчієв О. Г. Польові географічні дослідження. Київ: Вища шк. 1975. 248 с.
15. Гістерезис. Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш; за заг. ред. Р. А. Шмига. Львів: 2010. 67 с.
16. Гетьман В. І. Екологічний оптимум зміненого ландшафту і шляхи його відтворення. *Жива Україна. Екологічний журнал*. 2001. № 11–12. С. 4–5.
17. Гічка М., Ковальов О. Малі біогеохімічні цикли як основа внутрішньої динаміки біотизованих геосистем. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Географія*. № 2. 2002. С. 63–66.

18. Гнатів П. С., Хірівський П. Р. Теорія систем і системний аналіз в екології: навч. посіб. Львів: Камула, 2010. 204 с.
19. Голубець М. А. Суть поняття оптимізації. Антропогенні зміни біогеоценотичного покриву в Карпатському регіоні. Київ: Наук. думка, 1994 б. С. 113–119.
20. Гриневецький В. Т. До обґрунтування основних понять і методології досліджень ландшафтного різноманіття України. *Український географічний журнал*. 2000. № 2. С. 8–13.
21. Гринжевський М. В., Єрко В. М., Пекарський А. В. Словник-довідник науково-виробничих термінів і понять у рибному і водному господарствах, охороні навколишнього природного середовища внутрішніх водних об'єктів України. Київ: Вища освіта, 2002. 303 с.
22. Гродзинський М. Д. Основи ландшафтної екології: Підручник. Київ: Либідь, 1993. 224 с.
23. Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. Київ: Ліцей, 1995. 233 с.
24. Гродзинський М. Д. Різноманіття ландшафтних різноманіть. *Ландшафт як інтегруюча концепція XXI сторіччя*: зб. наук. праць. Київ: 1999. С. 50–56.
25. Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір: монографія у 2-х т. Київ: Вид.-поліграф. центр «Київський університет», 2005 а. Т. 1. 431 с.
26. Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір: монографія у 2-х т. Київ: Вид.-поліграф. центр «Київський університет», 2005 б. Т. 2. 503 с.
27. Гродзинський М. Д., Савицька О. В. Естетика ландшафту: навч. посіб. Київ: Вид.-поліграф. центр «Київський університет», 2005. 183 с.
28. Гродзинський М. Д., Савицька О. В. Ландшафтознавство: навч. посіб. Київ: Київський університет, 2008. 319 с.
29. Гродзинський М. Д., Свідзінська Д. В. Ніші ландшафтів України у просторі кліматичних факторів. Київ: ВГЛ «Обрій», 2008. 259 с.
30. Гродзинський М. Д. Ландшафтна екологія: підручник. Київ: Знання, 2014. 550 с.
31. Гуцуляк В. М. Ландшафтно-геохімічна екологія: навч. посібник. Видання 2-е, доповнене. Чернівці: Рута, 2001. 248 с.
32. Гуцуляк В. М. Ландшафтознавство: теорія і практика. Чернівці: Книга ХНІ, 2008. 168 с.
33. Гуцуляк В. М. Ландшафту екологія. Геохімічний аспект: навч. посіб. 2-ге вид. доп. Чернівці: ТОВ «Видавництво «Наші книги», 2009. 312 с.
34. Давиденко В. А., Білявський Г. О., Арсенюк С. Ю. Ландшафтна екологія: навч. посіб. Київ: Лібра, 2007. 280 с.
35. Денисик Г. І., Задорожня Г. М. Похідні процеси та явища в ландшафтах зон техногенезу. Вінниця: Вінницька обласна друкарня, 2013. 220 с.

36. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. 5-те вид., випр. і доп. Київ: Т-во «Знання», КОО, 2007. 422 с.
37. Дмитрук О. Ю. Ландшафтно-урбанізовані системи: конструктивно-географічні основи оптимізації та управління. Київ: ВГЛ Обрій, 2004. 216 с.
38. Добровольський В. В. Основи теорії екологічних систем: навч. посіб. Київ: ВД «Професіонал», 2006. 272 с.
39. Екологічна енциклопедія: у 3 т. Київ: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2008. Т. 3. 472 с.
40. Емерджентні властивості системи / Н. В. Геселева, Н. М. Заріцька. *Бізнес Інформ*. 2013. № 7. С. 93–97.
41. Жигуц Ю. Ю., Лазар В. Ф. Інженерна екологія. Видання 2-е випр. і доп. Київ: Кондор-Видавництво, 2012. 170 с.
42. Льєнко Р. Ю. Екологія для всіх. Словник-довідник: Вид. 2-ге, стереотипне. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 156 с.
43. Категорії діалектики. Основи філософії: підручник / Г. Данильян, В. М. Тараненко. 2-ге вид., доповн. і переробл. Харків: Право, 2012. С. 170–177.
44. Катренко А. В. Системний аналіз. Львів: «Новий Світ 2000», 2013. 396 с.
45. Ковальов О. Геосистеми як інформаційні машини. Сучасні проблеми і тенденції розвитку географічної науки: матер. міжнар. конф. до 120-річчя географії у Львівському ун-ті (24–26 вересня 2003 р.). Львів: Видав. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. С. 53–55.
46. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: навч. посіб. Київ: Либідь, 2003. 208 с.
47. Костріков С. Г., Черваньов І. Г. Дослідження самоорганізації флювіального рельєфу на засадах синергетичної парадигми сучасного природознавства: монографія. Харків: ХНУ імені В. Н. Карабіна, 2010. 144 с.
48. Кочубей Н. В. Синергетичні концепти в сучасному науковому дискурсі. *Синергетичне світобачення: наукові і педагогічні аспекти*: монографія / за ред. Н. В. Кочубей. Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. С. 43–64.
49. Круглов І. Трансдисциплінарна геоecологія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка. 2020. 292 с.
50. Кубатко О. В. Функції розвитку еколого-економічних систем: монографія. Суми: Університетська книга, 2017. 383 с.
51. Куньч З. Універсальний словник української мови. Тернопіль: навч. кн. Богдан, 2007. 848 с.
52. Литовченко І. В. Антропогенне навантаження і рівень перетвореності ландшафтів в регіональних суспільно-екологічних дослідженнях. *Географія в інформаційному суспільстві: зб. наук. праць: у 4-х тт.* Київ: ВЛГ Обрій, 2008. Т. II. С. 92–94.

53. Ллойд С. Програмуючи всесвіт. Космос – квантовий комп'ютер. Харків: Глобус, 2019. 256 с.
54. Лопушанський Я. Й. Біофізичний словник. Львів: Ліга-Прес, 2003. 272 с.
55. Лук'янець В. С., Кравченко О. М., Озадовська Л. В., Пряженцева К. В., Беліченко А. В. Світоглядні імплікації науки. Київ: Вид. ПАРАПАН, 2004. 408 с.
56. Малишева Л. Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану території. Київ, 1998. 131 с.
57. Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізична географія України: підручник. 3-тє вид., стер. Київ: Т-во «Знання», КОО, 2006. 511 с.
58. Мельник А. В. Українські Карпати: еколого-ландшафтознавче дослідження. Львів, 1999. 286 с.
59. Міллер Г. П., Петлін В. М., Мельник А. В. Ландшафтознавство: теорія і практика: навч. посіб. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2002. 172 с.
60. Михалівська Т. В., Ісаєнко В. М., Гроза В. А., Криворотько В. М. Моделювання і прогнозування стану довкілля: у 2 ч. Ч. 1. Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2006. 212 с.
61. Мольчак Я. О., Мартинюк В. О., Ільїн Л. В., Мисковець І. Я. Український словник-довідник з екології: Словник, довідкові матеріали. Луцьк: Надстир'я, 2001. 420 с.
62. Мороз С. А., Онопрієнко В. І., Бортник С. Ю. Методологія географічної науки: навч. посіб. Київ: Заповіт, 1997. 333 с.
63. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія. Охорона природи: словник-довідник. Київ: Т-во Знання, КОО, 2002. 550 с.
64. Мусієнко М. М. та ін. Екологія: тлумачний словник. Київ: Либідь, 2004. 376 с.
65. Мусієнко М. М. Екологія рослин: підручник. Київ: Либідь, 2006. 432 с.
66. Мюллер Р. Фізика часу. Усе відбувається зараз / пер. з англ. А. Замоцний. Київ: Наш формат, 2019. 344 с.
67. Назарук М. М. Філософія довкілля та природокористування. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 302 с.
68. Наумкіна О. А. Синергетичне розуміння еволюції природи. Синергетичне світобачення: наукові і педагогічні аспекти: монографія / за ред. Н. В. Кочубей. Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. С. 66–92.
69. Некос А. Н., Черкашина Н. І., Брусцова О. Д. Екологія та неоекологія. Термінологічний українсько-російсько-англійсько-китайський словник-довідник. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. 320 с.
70. Некос В. Ю., Некос А. Н., Сафранов Т. А. Загальна екологія та неоекологія. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2010. 596 с.
71. Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням: підручник / за ред. Л. Г. Мельника, М. К. Шапочки. Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. 759 с.

72. Основи природознавства / [Н. Д. Карапузова, І. В. Карапузова, В. М. Помогайбо, Є. А. Починок]. Київ: ВЦ «Академія», 2014. 368 с.
73. Основи стійкого розвитку: навч. посіб. / за заг. ред. Л. Г. Мельника. Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. 654 с.
74. Оцінка техногенного впливу на геологічне середовище / Т. А. Сафранов, О. В. Чепіжко, Є. Г. Коніков, М. А. Берлінський, А. І. Воков, В. І. Мохонько; за ред. Т. А. Сафранова. Одеса : Екологія, 2012. 272 с.
75. Паламарчук М. М., Паламарчук О. М. Економічна і соціальна географія України з основами теорії: посібник для викладачів економічних і географічних факультетів вузів, наукових працівників, аспірантів. Київ: Знання, 1998. 416 с.
76. Пащенко В. М. Дослідження ландшафтного різноманіття як інваріантності і варіативності ландшафтів. *Укр. геогр. журн.* 2000. № 2. С. 3–10.
77. Пащенко В. М. Постнекласичні бачення ландшафтів. Тоталогічні образи ландшафту: матеріали VI Міжнар. наук.-методол. конф. «Філософія і географія. Проблеми постнекласичних методологій в природничо-географічних науках». Київ: 2006. Вип. 3. С. 66–71.
78. Петлін В. М. Прикладне ландшафтознавство. Київ: ІСДО, 1993. 92 с.
79. Петлін В. М. Закономірності організації ландшафтних фацій. Одеса: Маяк, 1998. 240 с.
80. Петлін В. М. Синергетика ландшафту. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2005. 205 с.
81. Петлін В. М. Конструктивне ландшафтознавство. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006 а. 357 с.
82. Петлін В. М. Концепції сучасного ландшафтознавства. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006б. 351 с.
83. Петлін В. М. Стратегія ландшафту. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. 288 с.
84. Петлін В. М. Екологічні механізми організації природних територіальних систем. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2008. 304 с.
85. Петлін В. М. Методологія та методика експериментальних ландшафтознавчих досліджень. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. 400 с.
86. Петлін В. М. Інформаційні механізми організації природних територіальних систем. *Теоретические и прикладные проблемы современной географии*. Матер. Междунар. Науч. Конференции, памяти академика Г. И. Швевса. 3–5 июня 2009 г. Одесса: Изд-во ВМВ, 2009 а. С. 98–99.
87. Петлін В. М. Конструктивна географія. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. 544 с.
88. Петлін В. М. Синергетичні залежності в організації природних територіальних систем. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2013. 395 с.

89. Петлін, В. М. Теорія природних територіальних систем: у 4-х т. Т. 1. Загальнотеоретичні і загальнометодологічні основи природних територіальних систем. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2016. 564 с.
90. Петлін В. М. Теорія природних територіальних систем: у 4-х т. Т. 2. Природні територіальні системи: концепції, парадигми, організація. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2016. 624 с.
91. Петлін В. М. Теорія природних територіальних систем: у 4-х т. Т. 3. Ентропійно-синергетичні основи організації, класифікація і типологія, мінливість, саморегулювання і самоорганізація. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2016. 540 с.
92. Петлін В. М. Теорія природних територіальних систем: у 4-х т. Т. 4. Теоретичні основи антропогенного використання природних територіальних систем. Методика і сучасні напрямки досліджень. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2016. 436 с.
93. Петлін В. М. Ієрархії природних територіальних систем. Монографія. Луцьк: ПрАТ «Волинська обласна друкарня», 2018. 476 с.
94. Петлін В. М. Гармонія організованості природних територіальних систем: монографія. Луцьк: Вид. центр СНУ ім. Лесі українки, Простір-М, 2019. 516 с.
95. Петлін В. М. Організація та організованість природних територіальних систем. Луцьк: Вид. центр ВНУ ім. Лесі Українки, Простір-М, 2020. 1036 с.
96. Петлін В. М. Внутрішня симетрія та асиметрія залежностей в організованості природних територіальних систем. Луцьк : Вид. центр ВНУ ім. Лесі Українки, Простір-М, 2022. 600 с.
97. Приходько М. М., Приходько М. М. (молодший). Управління природними ресурсами і природоохоронною діяльністю. Івано-Франківськ: «Фоліант», 2004. 847 с.
98. Приходько М. М. Екологічна безпека природних і антропогенно модифікованих геосистем: монографія. Київ: Центр екологічної освіти та інформації, 2013. 201 с.
99. Самойленко В. М. Математичне моделювання в геоекології. Київ: Вид.-полігр. центр «Київський університет», 2003. 199 с.
100. Самойленко В. М., Верес К. О. Моделювання урболандшафтних басейнових геосистем. Київ: Ніка-Центр, 2007. 296 с.
101. Самойленко В. М., Діброва І. О. Модельна ідентифікація берегових геосистем: монографія. Київ: Ніка-Центр, 2012. 328 с.
102. Свідзінська Д. В. Аналіз факторного простору ландшафту. *Фізична географія та геоморфологія*. Київ: ВГЛ «Обрій», 2008. Вип. 54. С. 89–95.

103. Системні дослідження навколишнього середовища: корпоративні екологічні системи, хімічна екологія: підручник / Л. Д. Пляцук, Т. В. Козуля, Л. Д. Гурець, В. Ф. Моїсеєв, І. Ю. Аблеєва. Суми: ПФ «Видавництво «Університетська книга»», 2019. 460 с.
104. Словник-довідник з агроекології / за ред. О. І. Фурдичка. Київ: Основа, 2007. 272 с.
105. Словник іншомовних слів / за ред. О. С. Мельничука. Київ: УРЕ АН УРСР, 1975. 775 с.
106. Словник української біологічної термінології. Київ: КММ, 2012. 744 с.
107. Словник української мови: в 11 т. Т. 4. 1973. С. 352.
108. Соколов Ю. М. Екологія суспільства (Теоретичні проблеми урбоекології та ландшафтної екології). Одеса: ТЕС, 2002. 158 с.
109. Сонько С. П. Просторовий розвиток соціо-природних систем: шлях до нової парадигми. Київ: Ніка Центр, 2003. 287 с.
110. Сорока К. О. Основи теорії систем і системного аналізу. 2-ге вид. перероб. та випр. Харків: Тимченко, 2005. 288 с.
111. Стадницький Ю. І., Комарницький І. М., Товкан О. Е. Просторологія: словник-довідник. Львів: Априорі, 2010. 424 с.
112. Старіш О. Г. Системологія: підручник. Київ: Центр навчальної літератури, 2005. 232 с.
113. Стратегія популяцій рослин у природних і антропогеннозмінених екосистемах Карпат / за ред. М. Голубця, Й. Царика. Львів: Євросвіт, 2001. 160 с.
114. Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. Основи екології та охорони довкілля. Київ: Центр навч. літ. 2006. 394 с.
115. Тітова С. В., Згонник Д. Г. Системний підхід та його роль у географічних дослідженнях. Географія в інформаційному суспільстві: зб. наук. праць. У 4-х тт. Київ: ВЛГ Обрій, 2008. Т. II. С. 23–25.
116. Топчієв О. Г. Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методики. Одеса: Астропринт, 2005. 632 с.
117. Трохимчук П. Нелінійні динамічні системи. Луцьк: Вежа-Друк, 2015. 276 с.
118. Україна: основні тенденції взаємодії суспільства і природи у ХХ ст. (географічний аспект) / за ред. Л. Г. Руденка. Київ: Академперіодика, 2005. 320 с.
119. Фадієнко С. В. Гуманістичне дослідження ландшафтів як антропічний зріз ландшафтознавчого пізнання. *Фізична географія та геоморфологія*. Київ: ВГЛ «Обрій», 2009. Вип. 55. С. 75–80.
120. Фесюк В. О. Конструктивно-географічні засади формування екологічного стану великих міст Північно-Західної України. Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008. 344 с.

121. Філософський енциклопедичний словник / В. І. Шинкарук (гол. ред-кол.) та ін. Київ: Інститут філософії імені Григорія Сковороди НАН України: Абрис, 2002. 742 с.
122. Філософський словник. Київ: Головна редакція УРЕ, 1986. 798 с.
123. Філософський енциклопедичний словник. Київ: «Абрис», 2002. 744 с.
124. Царик Й. В. Деякі уявлення про стратегію популяцій рослин. *Укр. бот. журн.* 1994. Т. 51. № 3. С. 5–10.
125. Царик Л. П. Еколого-географічний аналіз і оцінювання території: теорія та практика (на матеріалах Тернопільської області). Тернопіль: Навч. кн. Богдан, 2006. 256 с.
126. Цуркан О. І. Геоекологічна адаптивність природно-господарських територіальних систем (на прикладі приморської території басейну Григорівського лиману): автореф. дис. канд. геогр. наук. Симферополь, 2006. 20 с.
127. Чем Х., Вайтсон Д. Гадки не маємо. Подорож невідомим Всесвітом / пер. з англ. О. Асташова. Київ: Наш формат, 2019. 352 с.
128. Черваньов І. Г. Теорія та методологія географічної науки: навч. посіб. Харків: 2011. 201 с.
129. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Ємельянов І. Г. Концептуальні засади наукового розуміння біорізноманіття. Конвенція про біологічне розмаїття: громадська обізнаність і участь. Київ: СтилоС, 1997. С. 11–23.
130. Шищенко П. Глобалізація і диверсифікація геопростору: теоретико-методичні і конструктивно-географічні аспекти. Сучасні проблеми і тенденції розвитку географічної науки: матер. міжнар. конф. до 120-річчя географії у Львівському ун-ті (24-26 вересня 2003 р.). Львів: Видав. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. С. 37–38.
131. Шищенко П. Г., Гавриленко О. П. Геоекологічне обґрунтування проектів природокористування. Київ: Альтерпрес, 2014. 414 с.
132. Шищенко П. Г., Гавриленко О. П. Геоекологія України. Київ: ДП «Прінт Сервіс», 2017. 494 с.
133. Шон Керролл. Велика картина / пер. з англ. С. Михаць. Харків: Ранок: Фабула, 2019. 400 с.
134. Ashby W. R. Introduction tu Cybernetics. London: Chapman and Hall Ltd, 1956. 295 p.
135. Bateson, Gregory, Mind and Nature, Dutton, New York. 1979.
136. Begon M., Harper J. L., Townsend C. R. Ecology: Individuals, Populations and Covvunities. Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1986. 876 p.
137. Bertalanffy L. von. «Der Organismus als physikalisches System betrachet», Die Naturwissenschaft – ten, Vol. 28. 1940. pp. 521–531.
138. Bertalanffy L. von. Vom Molekül zur Organismenwelt. Potsdam, 1949. 196 s.

139. Bertalanffy L. von. General System Theory. Foundations, Development, Applications. N. Y., 1968. 239 p.
140. Cannon, Walter B., The Wisdom of the Body, New York, 1932. 186 p.
141. Delcourt H. R., Delcourt P. A., Webb T. 1983. Dynamic plant ecology: the spectrum of vegetation change in space and time. Quaternary science review. Vol. 1. P. 153–175.
142. Dobzhansky T. Teilhard de Chardin and the orientation of evolution. Zygon. 1968. V. 3, № 3. pp. 242–258.
143. Grime J. P. Vegetation classification by reference to strategies. Nature. 1974. Vol. 250. P. 26–31.
144. Grime J. P. Interpretation of small-scale patterns in the distribution of plant species in space and time. Struct. And func. Of plant. Amsterdam; Oxford; N.Y., 1978. P. 101–124.
145. Grime J. P. Plant strategies and vegetation processes. N.Y. 1979. 222 p.
146. Ellis D. O., Ludwig F. J. Systems Philosophy. New Jersey, 1962. 196 p.
147. Flagle Ch. D., Huggins W. H., Roy R. H. (Eds). Operations Research and Systems Engineering. Baltimore, 1960. 285 p.
148. Hall A. D., Fagen R. E. Definition of System. General Systems, vol. I, 1956. P. 18–28.
149. Hayles N. K. The Cosmic Web. Scientific Field Modes and Literary Strategies in the 20th Century. Ithaca: Cornell University Press, 1984. P. 136.
150. Holling C. S. Resilience and stability of ecological systems. Ann. Rev. Ecol. Syst. 1973. 4. P. 1–23.
151. Kac M. & Logan J., in *Fluctuation Phenomena*, eds. E. W. Montroll & J. L. Lebowitz, North-Holland, Amsterdam, 1976 (АНГЛ.)
152. IEEE Newsletter, Systems Science and Cybernetics Group, № 7, Mya 1967.
153. Knyazeva H., Kurdyumov S. P. Nonlinear Synthesis and Co-evolution of Complex Systems. World Futures, 2001. Vol. 57. P. 239–261.
154. Lange O. Calosc i rozwój w swietle cybernetyki. Warszawa, 1962. 219 s.
155. Leland et al. «On the self-similar nature of Ethernet traffic», IEEE/ACM Transactions on Networking, Volume 2, Issue 1 (February 1994).
156. Leopold L. B., Clarke F. E., Hanshaw B. B., Balsley J. R. A procedure for evaluation of environmental impact. Geological Survey Circular 645, Government Printing Office, Washington D.C. 1971. 13 p.
157. Lovelock G. Gaia. A New Look at Life on Earth. Oxford-New York-Toronto-Melburne. Oxford University Press, 1982. 193 p.
158. Loskutov A. Chaotic dynamics of chemical systems. In: *Mathematical Methods in Contemporary Chemistry*. Ed. S. I. Kuchanov. Gordon and Breach, USA, 1995, p. 181–265.

159. Mac-Arthur J. W. Environmental fluctuations and species diversity. Ecology and Evolution of Communities. Belknap, Cambridge, Massachusetts, 1975. P. 74–80.
160. Mandelbrot B. B. The fractal geometry of nature. New York: W. H. Freeman and Company, 1983. 457 p.
161. Maturana, Humberto and Varela. Biology of Cognition, 1980. 87 p.
162. McCulloch Warren S. and Walter H. Pitts, A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity, Bull. Of Math. Biophysics, Vol. 5, 1943. 115 p.
163. Melvin M. A. Elementary Particles and Symmetry Principles. Review of Modern Physics, 1960, v. 32, № 3. P. 11–28.
164. Mendoza H. A., Estrada R. N. Breeding potatoes for tolerance to stress: Heat and frost. Stress physiology in crop plants. New York; Toronto: Brilani, 1979. P. 227–262.
165. Moore P. D. r- and K-evolution Nature. 1976. Vol. 262. № 5567. P. 351–352.
166. Moxen J., Strachan P. The formulation of standards for environmental and cultural issues. Greener Management International: The Journal of Corporate environmental strategy and Practice: Greenleaf Publishing, Issue 12, 1995. P. 32–48.
167. Mussell H. W., Malone M. J. Disease Tolerance: Reducing the impact of Disease – induced Stress on Crop Yields. Stress Physiology in Crop Plants. New York; Toronto: Brisbane, 1979. P. 15–25.
168. Nelson E., Quantum Fluctuations, Princeton University Press, Princeton, 1985 (англ.)
169. Orians G. H. Diversity, stability and maturity in natural ecosystems. Proc. Ist. Int. Cong. Ecol. Hague: Wageningen, 1974. P. 139–150.
170. Orians G. W. Diversity, stability and maturity in natural ecosystems. In: Unifying concepts in ecology. The Hague – Wageningen, 1975.
171. Pianka E. R. On r- and K-selection. Amer. Naturalist. 1970. Vol. 104. P. 592–597.
172. Pushnoi G. S. Dynamics of a System as a Process of Realization of its Potential, Proceedings of the 21 st International Conference of the System Dynamics Society, № 56. 2003.
173. Rapoport A. Ujecia ogolnej teorii ukladow. Studia filozoficzne, 1963, N 1. S. 55–79.
174. Shugart H. H. 1984. A Theory of Forest Dynamics: The Ecological Implications of Forest Succession Models. New York: Springer-Verlag. 278 p.
175. Ullmo J. La pensée scientifique moderne. Paris, 1958.
176. Whitehead A., Russel B. Principia Mathematica. V.3. Cambridge, 1910–1913. 387 p.
177. Jantsch E. The Selforganizing Universe: scientific and human implicatory of emerging paradigm of evolution. Oxford. N.Y., 1980. P. 10–16.

Наукове видання

Петлін Валерій Миколайович

**ІНВАРІАНТНІСТЬ
ТА ІНВАРІАНТИ ПРИРОДНИХ
ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СИСТЕМ**

Монографія

Друкується в авторській редакції
Верстка *Ілони Савицької*

Формат 70×100 ¹/₁₆. Обсяг 35,15 ум. друк. арк., 34,76 обл.-вид. арк.

Наклад 300 пр. Зам. 95. Видавець і виготовлювач – Вежа-Друк
(м. Луцьк, вул. Шопена, 12, тел. 0669362549).

Свідоцтво Держ. комітету телебачення та радіомовлення України
ДК № 4607 від 30.08.2013 р.

ВЕЖА-ДРУК

ISBN 978-966-940-587-6



9 789669 405876 >