

# ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

УДК 911.9 [502.35 : 502.6 + 502.7]

**Самойленко В. М., Малярєнко О. С.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **РОЗВИТОК КОНЦЕПТУАЛЬНИХ ПІДВАЛИН МОДЕЛЮВАННЯ РЕГІОНАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ**

*Ключові слова: біоландшафтна територіальна структура, (квазі)геосистема, регіональна екологічна мережа, моделювання, алгоритм*

**Стан проблеми.** Обґрунтування створення екологічних мереж різного рівня наразі є **актуальною проблемою** природничої географії, позаяк такі мережі є дійсно поступальною природоохоронною комплексною технологією, що власне й реалізує принцип геоекоекологічно-економічного збалансованого (усталеного) розвитку територій та досягнення консенсусу між потребами розвитку суспільства та збереження й відновлення довкілля. При цьому особливу вагу мають регіональні екомережі, що, з одного боку, істотно змістово доповнюють екомережі структури національного та міжнародного рангу, а, з іншого, боку, правлять за "дороговказ" для імплементації локальних екомереж.

У монографії [1] було зроблено **огляд існуючого досвіду** з моделювання та проектування екомереж. У цій же праці та наступних наших публікаціях ([2-7, 18]) було розроблено теоретично-прикладні основи геоінформаційного моделювання екомережі регіонального рівня, а саме у середніх за площею водозбору річкових басейнах. Задовільне тестування запропонованих при цьому підходів було здійснено стосовно басейну Росі, розташованого в лісостеповій зоні з близьким до пересічного рівнем економічного освоєння території. Такі аспекти й визначають низку **невирішених наразі завдань** в царині моделювання регіональних екомереж, які потребують новітніх досліджень. Головним з цих завдань є удосконалення методики моделювання екомереж регіонального рівня в напрямку збільшення її формалізованої універсалізації для застосовності в різноманітних природних умовах і при різних ступенях антропоїзації території. Звідси, **головною метою даної роботи**, як і поєданого з нею наступного циклу розвідок, є удосконалення концепції моделювання регіональної екомережі зі створенням можливості застосування цієї концепції для структурно багатоманітних регіонів, зокрема специфічних за складом, насамперед, (квазі)природної підсистеми та способами їхнього вирізнення (задавання), що має бути підтверджено й відпрацюванням відповідних моделей на репрезентативних об'єктах.

**Основні результати.** Спираючись на результати наших розробок, розглянутих в працях [1-11, 18], зокрема на основи гідроінвайронментології ([8-11]) та методичні основи моделювання басейнових екомереж ([1-7, 18]), а також на розробки інших авторів (узагальнені у [12, 13] і ін.), можна сформулювати такі **концептуальні підвалини моделювання регіональної екологічної мережі**.

З огляду на кінцеву цільову функцію цього дослідження – збереження й відновлення і біотичного, і ландшафтного різноманіття – доцільно розглядати територіальну структуру регіону, досліджуваного з метою математично-геоінформаційного моделювання екомережі, тобто регіону моделювання

екомережі (*PME*) як комбінацію вирізнених за генетично-еволюційними ознаками (квазі)природної (*KPRM*), природно-антропогенної (*PARM*) і антропогенної (*ARM*) структур (підсистем), а отже

$$\{PME\} \in \{KPRM, PARM, ARM\}, \quad (1)$$

або

$$\{PME\} \in \{KPRM \cap (PARM \cup ARM)\}. \quad (2)$$

Динаміку щойно зазначених структур регіону моделювання екомережі (регіонального рівня, що скрізь і буде розумітися) можна подати, згідно з основами гідроінвайронментології ([8-11]), як

$$D \{PME\} = \{KPRM(\omega_{KPRM}, R_{KPRM}, t) \cap (PARM(\omega_{PARM}, R_{PARM}, t) \cup ARM(R_{ARM}, t))\}, \quad (3)$$

де  $KPRM(\omega_{KPRM}, R_{KPRM}, t)$  і  $PARM(\omega_{PARM}, R_{PARM}, t)$  – сукупність випадкових полів (квазі)природної та природно-антропогенної підсистем *PME*;  $ARM(R_{ARM}, t)$  – сукупність "антропогенно"-детермінованих (див. [8-10]) полів антропогенної підсистеми *PME*;  $\omega$  загалом – сукупність елементарних результатів дослідження, тобто  $\omega_{KPRM}$  і  $\omega_{PARM}$  – кількість фіксацій зазначених випадкових полів (за їхніми значеннями та/або координатами);  $R$  у цілому – загальна просторова область усіх полів моделі (3), тобто загальні межі досліджуваного регіону при  $R \in (x, y)$  у прямокутній системі координат обраного при моделюванні ГІС-інструментарію, звідки ця область містить власні просторові області (різнорангові субобласті) полів структур-складників *PME*, тобто, зважаючи на моделі (2)-(3),  $R \in \{R_{KPRM} \cap (R_{PARM} \cup R_{ARM})\}$ ;  $t$  – параметр неперервного часу.

Формалізовані схеми подальшої диференціації структур вищезазначеного регіону досліджень за моделями (1)-(3) мають наступний вигляд.

(Квазі)природна структура *PME* поділяється на (квазі)природні сингулярні субструктури (*СГС*) (другопорядкові підсистеми) – площинні (*СГСП*) і мережну біоцентричну (*СГСМ<sub>кп</sub>*), а також на інтегровану мережну біоландшафтну субструктуру (*ІСМ<sub>кп</sub>*) за загальним записами, враховуючи й динаміку їхніх субполів,

$$\{KPRM\} \in \{СГС \cap ІСМ_{кп}\} \in \{(СГСП \cap СГСМ_{кп}) \cap ІСМ_{кп}\}, \quad (4)$$

$$\begin{aligned} D \{KPRM\} &= \{KPRM(\omega_{KPRM}, R_{KPRM}, t)\} = \\ &= \{СГС(\omega_{СГС}, R_{СГС}, t) \cap ІСМ_{кп}(\omega_{ІСМ_{кп}}, R_{ІСМ_{кп}}, t)\} = \\ &= \{(СГСП(\omega_{СГСП}, R_{СГСП}, t) \cap СГСМ_{кп}(\omega_{СГСМ_{кп}}, R_{СГСМ_{кп}}, t)) \cap \\ &\quad \cap ІСМ_{кп}(\omega_{ІСМ_{кп}}, R_{ІСМ_{кп}}, t)\}, \end{aligned} \quad (5)$$

де  $\omega_{СГС}$ ,  $\omega_{СГСП}$ ,  $\omega_{СГСМ_{кп}}$  і  $\omega_{ІСМ_{кп}}$  – кількості фіксацій випадкових субполів відповідних субструктур за (4);  $R_{СГС}$ ,  $R_{СГСП}$ ,  $R_{СГСМ_{кп}}$  і  $R_{ІСМ_{кп}}$  – просторові субобласті субполів цих субструктур за умови, що  $R_{KPRM} \equiv R \in \{(R_{СГСП} \cap R_{СГСМ_{кп}}) \cap R_{ІСМ_{кп}}\}$ ;  $R_{СГСП} = R$ ;  $R_{СГСМ_{кп}} \neq R$ ;  $R_{ІСМ_{кп}} \neq R$ .

*Примітка.* Під площинними субструктурами маються на увазі ті, що сформовано площинними просторовими об'єктами (областями, полігонами), а під мережними – ті, що сформовано просторовими об'єктами високого рівня, – мережами (див. детальніше нашу працю [15]).

У свою чергу, по-перше, (квазі)природні сингулярні площинні субструктури відповідають такому запису, як

$$\{СГС\} \in \{ЛС \cap \PhiГС \cap БС \cap ПДС \cap ГБС \cap ЗГС \cap ІСГС\}, \quad (6)$$

тобто об'єднують такі субструктури (підсистеми) регіону моделювання екомережі, як:

1) ландшафтні субструктури (ЛС). За них править сукупність типізованих за відповідними класифікаційними ознаками геосистем, що відповідають таксономічним одиницям генетико-морфологічної ландшафтної територіальної структури (надалі – ЛТС) заданого рангу ([12]), а саме, зважаючи на регіональний рівень екомережі, найчастіше підурочищ (ПУГ) і урочищ (УРГ). Звідси формалізація цієї субструктури та її динаміки буде спиратися на моделі

$$\{ЛС\} \in \{ПУГ \cap УРГ\}, \quad (7)$$

$$D \{ЛС\} = \{ЛС(\omega_{ЛС}, R_{ЛС}, t)\} = \{ПУГ(\omega_{ПУГ}, R_{ПУГ}, t) \cap УРГ(\omega_{УРГ}, R_{УРГ}, t)\}, \quad (8)$$

де  $\omega_{ЛС}$ ,  $\omega_{ПУГ}$  і  $\omega_{УРГ}$  – кількості фіксацій випадкових субполів відповідних субструктур за (7);  $R_{ЛС}$ ,  $R_{ПУГ}$  і  $R_{УРГ}$  – просторові субобласті цих субполів з огляду на те, що загальна просторова область ландшафтних субструктур  $R_{ЛС} \equiv R \in \{R_{ПУГ} \cap R_{УРГ}\}$ , а  $R_{УРГ} \in \{R_{ПУГ}\}$ ;

2) фізико-географічні субструктури (ФГС). Сюди належать ідентифіковані для досліджуваного регіону таксономічні фізико-географічного районування певного рівня ([14]), а отже, з огляду на "мірильність" досліджень, насамперед, фізико-географічні області (ФГО) та райони (ФГР) з урахуванням їхньої належності до зон (ФЗ), підзон (ФГПЗ) і країв (ФГК), чому відповідають зведені формалізовані записи

$$\{ФГС\} \in \{ФЗ \cap ФГПЗ \cap ФГК \cap ФГО \cap ФГР\}, \quad (9)$$

$$D \{ФГС\} = \{ФГС(\omega_{ФГС}, R_{ФГС}, t)\} = \\ = \{ФЗ(\omega_{ФЗ}, R_{ФЗ}, t) \cap ФГПЗ(\omega_{ФГПЗ}, R_{ФГПЗ}, t) \cap ФГК(\omega_{ФГК}, R_{ФГК}, t) \cap \\ \cap ФГО(\omega_{ФГО}, R_{ФГО}, t) \cap ФГР(\omega_{ФГР}, R_{ФГР}, t)\}, \quad (10)$$

де  $\omega_{ФГС}$ ,  $\omega_{ФЗ}$ ,  $\omega_{ФГПЗ}$ ,  $\omega_{ФГК}$ ,  $\omega_{ФГО}$  і  $\omega_{ФГР}$  – кількості фіксацій випадкових субполів відповідних субструктур за (9);  $R_{ФГС}$ ,  $R_{ФЗ}$ ,  $R_{ФГПЗ}$ ,  $R_{ФГК}$ ,  $R_{ФГО}$  і  $R_{ФГР}$  – просторові субобласті цих субполів, зважаючи на те, що загальна просторова область фізико-географічних субструктур  $R_{ФГС} \equiv R \in \{R_{ФЗ} \cap R_{ФГПЗ} \cap R_{ФГК} \cap R_{ФГО} \cap R_{ФГР}\}$ , а  $R_{ФГО} \in \{R_{ФГР}\}$ ,  $R_{ФГК} \in \{R_{ФГО} \cap R_{ФГР}\}$ ,  $R_{ФГПЗ} \in \{R_{ФГК} \cap R_{ФГО} \cap R_{ФГР}\}$  і  $R_{ФЗ} \in \{R_{ФГПЗ} \cap R_{ФГК} \cap R_{ФГО} \cap R_{ФГР}\}$ ;

3) басейнові субструктури (БС). За них править, по-перше, сукупність басейнових територіальних субструктур (БТС), що адекватні ідентифікованим у регіоні таксонам басейнової ЛТС ([12]), тобто русловим і нерусловим басейнам і суббасейнам різного порядку (від вищих за порядком басейнів,  $БТС_1$ , до нижчих за порядком суббасейнів,  $БТС_n$ , які, за потреби, можна вирізняти й орієнтуючись на задані створи головного в басейні водотоку тощо, див. нашу працю [11]). По-друге, розрізняють басейнові морфологічно-позиційні субструктури (БМПС), тобто вирізнені в межах БТС обраного порядку вододільно-рівнинні (ВРГ), схилів (СХГ), терасові (ТРГ), заплавні (ЗПГ) та руслові (РСГ) геосистеми, а також, найчастіше,

можливі їхні поєднання (**ПМПС**), насамперед такі, як терасово-заплавні, заплавно-русліві тощо. За цими умовами, дотримуючись логіки системної формалізації, прийнятої в цій статті, можна записати, що

$$\{BC\} \in \{BTC \cap BMPC\}, \quad (11)$$

$$\{BTC\} \in \{BTC_1 \cap \dots \cap BTC_n\}, \quad (12)$$

$$\{BMPC\} \in \{VRG \cup CXG \cup TRG \cup ZPG \cup PCG \cup (\cap) PMP C\}, \quad (13)$$

$$D \{BC\} = \{BC(\omega_{BC}, R_{BC}, t)\} = \{BTC(\omega_{BTC}, R_{BTC}, t) \cap BMPC(\omega_{BMP C}, R_{BMP C}, t)\}, \quad (14)$$

$$D \{BTC\} = \{BTC(\omega_{BTC}, R_{BTC}, t)\} = \{BTC_1(\omega_{BTC,1}, R_{BTC,1}, t) \cap \dots \cap BTC_n(\omega_{BTC,n}, R_{BTC,n}, t)\}, \quad (15)$$

$$D \{BMP C\} = \{BMP C(\omega_{BMP C}, R_{BMP C}, t)\} = \{VRG(\omega_{VRG}, R_{VRG}, t) \cup \dots \cup (\cap) PMP C(\omega_{PMP C}, R_{PMP C}, t)\}, \quad (16)$$

де  $\omega_{BC} \dots \omega_{PMP C}$  – кількості фіксацій випадкових субполів відповідних субструктур за (11)-(13);  $R_{BC} \dots R_{PMP C}$  – просторові субобласті цих субполів з огляду на те, що загальна просторова область субполів басейнових субструктур  $R_{BC} \equiv R \in \{R_{BTC} \cap R_{BMP C}\}$ , субполів басейнових територіальних субструктур  $R_{BTC} \equiv R \in \{R_{BTC,1} \cap \dots \cap R_{BTC,n}\}$  і субполів басейнових морфологічно-позиційних субструктур  $R_{BMP C} \equiv R \in \{R_{VRG} \cup \dots \cup (\cap) R_{PMP C}\}$ ;

4) **позиційно-динамічні субструктури (ПДС)**. Вони уособлюють ідентифіковані для регіону моделювання та ідентичні, насамперед, геосистемам позиційно-динамічної ЛТС, таксони позиційно-динамічного районування ([12]), а саме парадинамічні райони (**ПДРА**) та підрайони (**ПДПР**), ландшафтні яруси (**ПДЯР**), басейнові та парагенетичні сектори (**ПДСЕ**), а також ландшафтні смуги (**ПДСМ**), що робить правомірним формалізований запис

$$\{PDC\} \in \{PDRA \cap PDPR \cap PDYAR \cap PDSE \cap PDCM\}, \quad (17)$$

$$D \{PDC\} = \{PDC(\omega_{PDC}, R_{PDC}, t)\} = \{PDRA(\omega_{PDRA}, R_{PDRA}, t) \cap PDPR(\omega_{PDPR}, R_{PDPR}, t) \cap \Phi GK(\omega_{PDYAR}, R_{PDYAR}, t) \cap PDSE(\omega_{PDSE}, R_{PDSE}, t) \cap PDCM(\omega_{PDCM}, R_{PDCM}, t)\}, \quad (18)$$

де  $\omega_{PDC} \dots \omega_{PDCM}$  – кількості фіксацій випадкових субполів відповідних субструктур за (17);  $R_{\Phi GZ}, R_{\Phi GPZ}, R_{\Phi GK}, R_{\Phi GO}$  і  $R_{\Phi GR}$  – просторові субобласті цих субполів, зважаючи на те, що загальна просторова область позиційно-динамічних субструктур  $R_{PDC} \equiv R \in \{R_{PDRA} \cap R_{PDPR} \cap R_{PDYAR} \cap R_{PDSE} \cap R_{PDCM}\}$  тощо.

Примітка. За необхідності більш детального дослідження берегових зон водосховищ і морів регіону моделювання екомережі можна також вирізняти згідно з вищенаведеними підходами **берегові субструктури**, що відповідають типізованим таксонам геоекологічно-функціонального районування берегової зони, а саме береговим парадинамічним районам і підрайонам, береговим ландшафтним ярусам тощо згідно з нашою монографією [10];

5) **геоботанічні субструктури (ГБС)**. Вони містять поєднані з регіоном моделювання екомережі, по-перше, типізовані таксони геоботанічного районування визначеного рівня ([14]) (**ГБР**), насамперед, геоботанічні округи

(ГБОК) з огляду на їхню належність до адекватних геоботанічних підобластей (ГБПО) та областей (ГБОБ), підпровінцій (ГБПП) і провінцій (ГБПР). По-друге, сюди відносяться й інші геоботанічні територіальні субструктури (ГБІН), що можуть характеризувати різноманітні фітоценотичні атрибути регіону, в т.ч. у межах певних ГБР, зокрема типологічний склад його рослинності в цілому або його лісів тощо. Усе це формалізовано виглядає як

$$\{ГБС\} \in \{ГБР \cap ГБІН\}, \quad (19)$$

$$\{ГБР\} \in \{ГБОБ \cap ГБПО \cap ГБПР \cap ГБПП \cap ГБОК\}, \quad (20)$$

$$D \{ГБС\} = \{ГБС(\omega_{ГБС}, R_{ГБС}, t)\} = \{ГБР(\omega_{ГБР}, R_{ГБР}, t) \cap ГБІН(\omega_{ГБІН}, R_{ГБІН}, t)\}, \quad (21)$$

$$D \{ГБР\} = \{ГБР(\omega_{ГБР}, R_{ГБР}, t)\} = \\ = \{ГБОБ(\omega_{ГБОБ}, R_{ГБОБ}, t) \cap ГБПО(\omega_{ГБПО}, R_{ГБПО}, t) \cap ГБПР(\omega_{ГБПР}, R_{ГБПР}, t)\} \cap \\ \cap \{ГБПП(\omega_{ГБПП}, R_{ГБПП}, t)\} \cap \{ГБОК(\omega_{ГБОК}, R_{ГБОК}, t)\}, \quad (22)$$

де  $\omega_{ГБС} \dots \omega_{ГБОК}$  – кількості фіксацій випадкових субполів відповідних субструктур за (19)-(20);  $R_{ГБС} \dots R_{ГБОК}$  – просторові субобласті цих субполів, зважаючи на те, що загальна просторова область субполів геоботанічних субструктур  $R_{ГБС} \equiv R \in \{R_{ГБР} \cap R_{ГБІН}\}$ , а субполів таксонів геоботанічного районування  $R_{ГБР} \equiv R \in \{R_{ГБОБ} \cap R_{ГБПО} \cap R_{ГБПР} \cap R_{ГБПП} \cap R_{ГБОК}\}$ , при цьому  $R_{ГБПП} \in \{R_{ГБОК}\}$ ,  $R_{ГБПР} \in \{R_{ГБПП} \cap R_{ГБОК}\}$ ,  $R_{ГБПО} \in \{R_{ГБПР} \cap R_{ГБПП} \cap R_{ГБОК}\}$  і  $R_{ГБОБ} \in \{R_{ГБПО} \cap R_{ГБПР} \cap R_{ГБПП} \cap R_{ГБОК}\}$ ;

6) зоогеографічні субструктури (ЗГС). Сюди входять адекватні регіону моделювання, з одного боку, типізовані таксони зоогеографічного районування певного рівня ([14]) (ЗГР), передусім зоогеографічні підділянки (ЗГПД) і ділянки (ЗГДІ), які належать до відповідних зоогеографічних районів (ЗГРА), округів (ЗГОК), провінцій (ЗГПР), підобластей (ЗГПО) та областей (ЗГОБ). З іншого боку, сюди відносяться й інші зоогеографічні територіальні субструктури (ЗГІН), які характеризують тваринний компонент біотопів тощо. Відповідні формалізовані записи будуть мати вигляд

$$\{ЗГС\} \in \{ЗГР \cap ЗГІН\}, \quad (23)$$

$$\{ЗГР\} \in \{ЗГОБ \cap ЗГПО \cap ЗГПР \cap ЗГОК \cap ЗГРА \cap ЗГДІ \cap ЗГПД\}, \quad (24)$$

$$D \{ЗГС\} = \{ЗГС(\omega_{ЗГС}, R_{ЗГС}, t)\} = \{ЗГР(\omega_{ЗГР}, R_{ЗГР}, t) \cap ЗГІН(\omega_{ЗГІН}, R_{ЗГІН}, t)\}, \quad (25)$$

$$D \{ЗГР\} = \{ЗГР(\omega_{ЗГР}, R_{ЗГР}, t)\} = \{ЗГОБ(\omega_{ЗГОБ}, R_{ЗГОБ}, t) \cap \\ \cap \{ЗГПО(\omega_{ЗГПО}, R_{ЗГПО}, t) \cap ЗГПР(\omega_{ЗГПР}, R_{ЗГПР}, t)\} \cap \{ЗГОК(\omega_{ЗГОК}, R_{ЗГОК}, t)\} \cap \\ \cap \{ЗГРА(\omega_{ЗГРА}, R_{ЗГРА}, t) \cap ЗГДІ(\omega_{ЗГДІ}, R_{ЗГДІ}, t) \cap ЗГПД(\omega_{ЗГПД}, R_{ЗГПД}, t)\}\}, \quad (26)$$

де  $\omega_{ЗГС} \dots \omega_{ЗГПД}$  – кількості фіксацій випадкових субполів відповідних субструктур за (23)-(24);  $R_{ЗГС} \dots R_{ГБОК}$  – просторові субобласті цих субполів з урахуванням того, що загальна просторова область субполів зоогеографічних субструктур  $R_{ЗГС} \equiv R \in \{R_{ЗГР} \cap R_{ЗГІН}\}$ , а субполів таксонів зоогеографічного районування  $R_{ЗГР} \equiv R \in \{R_{ЗГОБ} \cap R_{ЗГПО} \cap R_{ЗГПР} \cap R_{ЗГОК} \cap R_{ЗГРА} \cap R_{ЗГДІ} \cap R_{ЗГПД}\}$ , при цьому  $R_{ЗГДІ} \in \{R_{ЗГПД}\}$ ,  $R_{ЗГРА} \in \{R_{ЗГДІ} \cap R_{ЗГПД}\}$ ,  $R_{ЗГОК} \in \{R_{ЗГРА} \cap R_{ЗГДІ} \cap R_{ЗГПД}\}$ ,  $R_{ЗГПР} \in \{R_{ЗГОК} \cap R_{ЗГРА} \cap R_{ЗГДІ} \cap R_{ЗГПД}\}$ ;  $R_{ЗГПО} \in \{R_{ЗГПР} \cap R_{ЗГОК} \cap R_{ЗГРА} \cap R_{ЗГДІ} \cap R_{ЗГПД}\}$  і  $R_{ЗГОБ} \in \{R_{ЗГПО} \cap R_{ЗГПР} \cap R_{ЗГОК} \cap R_{ЗГРА} \cap R_{ЗГДІ} \cap R_{ЗГПД}\}$ ;

7) **інші**, допоміжні при моделюванні екомережі, (квазі)природні сингулярні площинні субструктури (**ІСГСП**), зокрема формалізовані за необхідності згідно з вищенаведеними підходами субструктури, що характеризують геологічні, гідрогеологічні, інженерно-геологічні, рельєфотвірні, ґрунтові та інші, в т.ч. комбіновані за атрибутами, особливості регіону.

По-друге, **(квазі)природну сингулярну мережну біоцентричну субструктуру (СГСМ<sub>кп</sub>)** можна ототожнити з реконструйованими (скрізь далі в значенні ретроспективного відтворення рис "неантропізованої" будови, див. нашу працю [9]) елементами **(квазі)природної біоцентрично-сітьової ЛТС** регіону (див. [12]) (**БСЛТС<sub>кп</sub>**), а отже з біоцентрами (**БЦ<sub>кп</sub>**), біокоридорами (**БК<sub>кп</sub>**) та інтерактивними елементами (**ІЕЛ<sub>кп</sub>**), звідки матимемо відповідно формалізований запис

$$\{СГСМ_{кп}\} \equiv \{БСЛТС_{кп}\} \in \{БЦ_{кп} \cap БК_{кп} \cap ІЕЛ_{кп}\}, \quad (27)$$

$$D \{СГСМ_{кп}\} \equiv D \{БСЛТС_{кп}\} = \{БСЛТС_{кп}(\omega_{БСЛТС_{кп}}, R_{БСЛТС_{кп}}, t)\} = \\ = \{БЦ(\omega_{БЦ_{кп}}, R_{БЦ_{кп}}, t) \cup БК(\omega_{БК_{кп}}, R_{БК_{кп}}, t) \cup ІЕЛ(\omega_{ІЕЛ_{кп}}, R_{ІЕЛ_{кп}}, t)\}, \quad (28)$$

де  $\omega_{БСЛТС_{кп}} \dots \omega_{ІЕЛ_{кп}}$  – кількості фіксацій випадкових субполів відповідних субструктур за (27);  $R_{БСЛТС_{кп}} \dots R_{ІЕЛ_{кп}}$  – просторові субобласті цих субполів з огляду на те, що  $R_{БСЛТС_{кп}} \neq R$ .

По-третє, ми будемо оперувати з **(квазі)природною інтегрованою мережною біоландшафтною субструктурою (ІСМ<sub>кп</sub>)**, яку можна ототожнити з сукупністю мережно поєднаних елементів **(квазі)природної біоландшафтної територіальної структури (БІЛТС<sub>кп</sub>)** регіону. Під останньою будемо розуміти (на розвиток концепції наших праць [1, 18]) мережну структуру біоландшафтного різноманіття, за елементи ((квазі)геосистеми) якої правлять поєднані між собою реконструйовані фрагменти синергічно інтегрованих певних складників ландшафтних і басейнових субструктур і (квазі)природної біоцентрично-сітьової ЛТС з урахуванням загального тла (квазі)природних сингулярних площинних субструктур. При цьому, з одного боку, зважаючи "регіональність" модельної екомережі, до щойно зазначених складників належать, насамперед, геосистеми підурочищ і урочищ і поєднань басейнових морфологічно-позиційних субструктур (терасово-заплавні, заплавно-русліві тощо) та/або відповідні частини таких геосистем. З іншого боку, власне (квазі)геосистемами **БІЛТС<sub>кп</sub>** є **регіональні (квазі)природні ядра (КПЯ) та коридори (КПКР) біоландшафтного різноманіття (або ядра та коридори БІЛТС<sub>кп</sub>)**, які правлять за **(квазі)природний (реконструйований) каркас біоландшафтного різноманіття (РКБР<sub>рме</sub>)** обраного для моделювання екомережі регіону. Звідси

$$\{ІСМ_{кп}\} \equiv \{БІЛТС_{кп}\} \in \{ПУГ \cap УРГ \cap (U) ПМПС \cap БСЛТС_{кп}\} \vee \{СГСП\}, \quad (29)$$

$$\{БІЛТС_{кп}\} \equiv \{РКБР_{рме}\} \in \{КПЯ \cap КПКР\} \vee \{СГСП\}, \quad (30)$$

$$D \{БІЛТС_{кп}\} \equiv D \{РКБР_{рме}\} = \{БІЛТС_{кп}(\omega_{БІЛТС_{кп}}, R_{БІЛТС_{кп}}, t)\} = \\ = \{РКБР_{рме}(\omega_{РКБР_{рме}}, R_{РКБР_{рме}}, t)\} = \\ = \{КПЯ(\omega_{КПЯ}, R_{КПЯ}, t) \cap КПКР(\omega_{КПКР}, R_{КПКР}, t)\} \vee \{СГСП(\omega_{СГСП}, R_{СГСП}, t)\}, \quad (31)$$

де  $\omega_{БЛТС_{КП}} \dots \omega_{СГСП}$  – кількості фіксацій випадкових субполів відповідних субструктур за (29)-(30);  $R_{БЛТС_{КП}} \dots R_{СГСП}$  – просторові субобласті цих субполів, зважаючи на те, що  $R_{БЛТС_{КП}} \neq R$  тощо (див. попередні моделі).

**Природно-антропогенну та антропогенну структури (підсистему) регіону моделювання екомережі** доцільно спільно розглядати, з певним спрощенням у порівнянні з *КПРМ*, як **регіональну функціональну структуру природокористування (РФСП)** (за аналогією до нашої праці [11]) з поділом останньої на **природно-антропогенні та антропогенні регіональні функціонально-природокористувальні субструктури (РФПС)** (точкові, лінійні, площинні, комбіновані, просторові високого рівня тощо, див. нашу працю [15]) згідно з головним видом природокористування. До складу *РФПС* можуть входити, за їхньої наявності в регіоні моделювання, такі субструктури (підсистеми), як агропромислові (**АВС**), промислові (**ПРС**), селитебні (**СЕС**), транспортні (**ТРС**), природоохоронні (**ПОС**) та полірекреаційні (**ПЛС**) з вирізненням, за необхідності, різновидів цих підсистем різного рангу, а отже

$$\begin{aligned} & \{ПАРМ \cup АРМ\} \in \{РФСП\} \in \\ & \in \{РФПС\} \in \{АВС \cup ПРС \cup СЕС \cup ТРС \cap ПРС \cup ПОС\}, \end{aligned} \quad (32)$$

$$\begin{aligned} D \{РФПС\} &= \{РФПС((\omega_{РФПС}), R_{РФПС}, t)\} = \\ &= \{(АВС(\omega_{АВЛ}, R_{СЕЛ}, t) \cup ПРС((\omega_{ПРС}), R_{ПРС}, t) \cup \\ &\cup СЕС(R_{СЕС}, t) \cup ТРС(R_{ТРС}, t) \cup ПОС(\omega_{ПОС}, R_{ПОС}, t)) \cap ПРС(\omega_{ПРС}, R_{ПРС}, t)\}, \end{aligned} \quad (33)$$

де  $\omega_{РФПС} \dots \omega_{ПРС}$  – кількості фіксацій випадкових субполів відповідних субструктур за (32);  $R_{РФПС} \dots R_{ПРС}$  – просторові субобласті цих і "антропогенно"-детермінованих субполів за (32) з огляду на те, що  $R_{РФПС} \equiv R$ .

Згідно з спрямованістю наших досліджень, розглянемо вибірково подальший поділ **природоохоронних субструктур у (32)**. Таким чином, до їхнього складу увійдуть регіональні субструктури-складники, такі як об'єктів природно-заповідного фонду (від природних заповідників до парків-пам'яток садово-паркового мистецтва) (**ПЗФС**), біотично-охоронні (**БОС**), інші спеціальні охоронні (водоохоронні, санітарні, лісогосподарсько-охоронні, рибогосподарсько-охоронні, охорони водно-болотних угідь чи культурної спадщини тощо) (**ІСОС**) та екомережні (**ЕМС**) субструктури. При цьому, до складу біотично-охоронних субструктур доцільно віднести ті, що задаються електронними варіантами Червоної та Зеленої книг України ([16, 17]), а саме субструктури "червонокнижних" видів тварин (**ЧВТС**) і рослин (**ЧВРС**) і "зеленокнижних" рослинних асоціацій (**ЗРАС**), а отже, в цілому

$$\{ПОС\} \in \{ПЗФС \cap (\cup) БОС \cup (\cap) ІСОС \cap (\cup) ЕМС\}, \quad (34)$$

$$\begin{aligned} D \{ПОС\} &= \{ПОС(\omega_{ПОС}, R_{ПОС}, t)\} = \\ &= \{ПЗФС(\omega_{ПЗФС}, R_{ПЗФС}, t) \cap (\cup) БОС(\omega_{БОС}, R_{БОС}, t) \cup (\cap) \\ &\cup (\cap) ІСОС(\omega_{ІСОС}, R_{ІСОС}, t) \cap (\cup) ЕМС(\omega_{ЕМС}, R_{ЕМС}, t)\}, \end{aligned} \quad (35)$$

$$\{БОС\} \in \{ЧВТС \cap (\cup) ЧВРС \cap (\cup) ЗРАС\}, \quad (36)$$

$$\begin{aligned} D \{БОС\} &= \{БОС(\omega_{БОС}, R_{БОС}, t)\} = \{ЧВТС(\omega_{ЧВТС}, R_{ПЗФС}, t) \cap \\ &(\cup) ЧВРС(\omega_{ЧВРС}, R_{ЧВРС}, t) \cup (\cap) ЗРАС(\omega_{ЗРАС}, R_{ЗРАС}, t)\}, \end{aligned} \quad (37)$$

де  $\omega_{\text{ПЛОС}} \dots \omega_{\text{ЗРАС}}$  – кількості фіксацій випадкових субполів відповідних субструктур за (34) і (36);  $R_{\text{ПЛОС}} \dots R_{\text{ЗРАС}}$  – просторові субобласті цих субполів з огляду на те, що  $R_{\text{ПЛОС}} \neq R$  і ін., і на те, що субструктури БОС задаються як точковими та площинними просторовими об'єктами, так і угрупованнями таких об'єктів [1, 15, 18].

Екомережні ж субструктури у (34) будуть відповідати загальному запису

$$\{EMC\} \in \{НЛЕМ \cap (\cup) ICM_{\text{АПА}} \cap (\cup) MEM\}, \quad (38)$$

а отже містити:

1) субструктури елементів національної (міжрегіональної) та локальних екомереж (НЛЕМ) у регіоні моделювання із зважанням на рівень реалізації природоохоронного статусу цих елементів (запроектований, частково реалізований, реалізований тощо);

2) актуальну природно-антропогенну (слабко антропізовану й зредуковану за складом) інтегровану мережну біоландшафтну субструктуру регіону ( $ICM_{\text{АПА}}$ ), яка тотожна вже його актуальній природно-антропогенній біоландшафтній територіальній структурі ( $БІЛТС_{\text{АПА}}$ ) (див. попередній текст стосовно (29)-(31)). А отже, за (квазі)геосистемами останньої правлять вже поєднані та/або, частіше, роз'єднані між собою лише ті, що збереглися (насамперед "за сприяння" людини) в близькому до природного стані в умовах антропогенного тиску та дії структуро-деструкційних природних чинників, та/або вже відновлені фрагменти синергічно інтегрованих певних компонентів (квазі)природної структури  $RME$ , а саме ландшафтних і басейнових субструктур ( $ПУГ_{\text{АПА}}$ ,  $УРГ_{\text{АПА}}$  і  $ПМПС_{\text{АПА}}$ ) і актуальної природно-антропогенної біоцентрично-сітьової ЛТС ( $БСЛТС_{\text{АПА}}$ ), а також відповідні складники природоохоронних субструктур  $ПЗФС$ ,  $БОС$  і  $ІСОС$ , зважаючи й на загальний склад інших елементів регіональної функціональної структури природокористування (див. (32)-(33)). Тобто, (квазі)геосистемами  $БІЛТС_{\text{АПА}}$  є регіональні актуальні природно-антропогенні ядра ( $АПАЯ$ ) та коридори ( $АПАКР$ ) біоландшафтного різноманіття (або ядра та коридори  $БІЛТС_{\text{АПА}}$ ), які утворюють той, що зберігся в близькому до природного стані, актуальний каркас біоландшафтного різноманіття ( $АКБР_{\text{RME}}$ ) визначеного для моделювання екомережі регіону. Звідси

$$\{ICM_{\text{АПА}}\} \equiv \{БІЛТС_{\text{АПА}}\} \in \{ПУГ_{\text{АПА}} \cap УРГ_{\text{АПА}} \cap (\cup) ПМПС_{\text{АПА}} \cap БСЛТС_{\text{АПА}} \cap \cap ПЗФС \cap БОС \cup ІСОС\} \forall \{РФПС - ПОС\}, \quad (39)$$

$$\{БІЛТС_{\text{АПА}}\} \equiv \{АКБР_{\text{RME}}\} \in \{АПАЯ \cap АПАКР\} \forall \{РФПС - ПОС\}, \quad (40)$$

$$\begin{aligned} D \{БІЛТС_{\text{АПА}}\} &\equiv D \{АКБР_{\text{RME}}\} = \{БІЛТС_{\text{АПА}}(\omega_{\text{БІЛТС}_{\text{АПА}}}, R_{\text{БІЛТС}_{\text{АПА}}}, t)\} = \\ &= \{АКБР_{\text{RME}}(\omega_{\text{АКБР}_{\text{RME}}}, R_{\text{АКБР}_{\text{RME}}}, t)\} = \\ &= \{АПАЯ(\omega_{\text{АПАЯ}}, R_{\text{АПАЯ}}, t) \cap АПАКР(\omega_{\text{АПАКР}}, R_{\text{АПАКР}}, t)\} \forall \\ &\forall \{РФПС((\omega_{\text{РФПС}}), R_{\text{РФПС}}, t) - ПОС(\omega_{\text{ПОС}}, R_{\text{ПОС}}, t)\}, \end{aligned} \quad (41)$$

де  $\omega_{\text{БІЛТС}_{\text{АПА}}} \dots \omega_{\text{ПОС}}$  – кількості фіксацій випадкових субполів відповідних субструктур за (39)-(40);  $R_{\text{БІЛТС}_{\text{АПА}}} \dots R_{\text{ПОС}}$  – просторові субобласті цих субполів, зважаючи на те, що  $R_{\text{БІЛТС}_{\text{АПА}}} \neq R$  тощо (див. попередні моделі).

3) власне регіональну екомережу, що моделюється (MEM). Під нею (на розвиток [1, 18]) загалом буде розумітися, з одного боку й насамперед, обґрунтована за складом і модельно об'єднана в мережу сукупність



(квазі)геосистем актуальної природно-антропогенної та/або (квазі)природної біоландшафтною територіальною структурою, початково ідентифікованих і остаточно обраних за заданою системою критеріїв аналізу біоландшафтного різноманіття з метою поточного або перспективного збереження та/або ренатуралізувального реставрування й охорони цих (квазі)геосистем як екомережних складників. З іншого боку, до складу *МЕМ* може бути додатково модельно залучено й сукупність нових штучних, передбачених для створення, елементів природоохоронних субструктур (як ядер-складників або коридорів-складників *ПОС<sub>дод</sub>*), які можуть і мають забезпечувати оптимальний склад і сформованість майбутньої екомережі (наприклад, нові штучні лісосмуги вздовж меліоративних каналів як коридори біорізноманіття – складники *ПОС<sub>дод</sub>*, біоплато як штучні ядра біорізноманіття – складники *ПОС<sub>дод</sub>* тощо). Обидві щойно зазначені сукупності спільно призначено для забезпечення реалізації й усталеного функціонування **оптимально сформованого** (відновленого й додатково створеного) **каркаса біоландшафтного різноманіття регіону (*ОСКБР<sub>рме</sub>*)**, який за структурою є максимально можливо (бажано) наближеним до (квазі)природного такого каркасу з урахуванням реальної регіональної геоecологічної ситуації та потреби в оптимальній будові й сформованості майбутньої екомережі. При цьому за власне **структурні елементи ((квазі)геосистеми) модельної екомережі** будуть правити її **регіональні екомережні ядра (*ЕМЯ*) й коридори (*ЕМКР*)**, а також їхні **буферні зони (*БУЗ*)**, а отже

$$\{MEM\} \in \{БІЛТС_{АПА} \cap (\cup) БІЛТС_{КП} \cup ПОС_{дод}\} \in \{ЕМЯ \cup ЕМКР \cup БУЗ\} = \\ = \{ОСКБР_{рме}\} \forall \{lim (ОСКБР_{рме}) = (РКБР_{рме} \cup ПОС_{дод})\}, \quad (42)$$

$$D \{MEM\} = \{MEM(\omega_{MEM}, R_{MEM}, t)\} = \\ = \{ЕМЯ(\omega_{ЕМЯ}, R_{ЕМЯ}, t) \cup ЕМКР(\omega_{ЕМКР}, R_{ЕМКР}, t) \cup БУЗ(\omega_{БУЗ}, R_{БУЗ}, t)\} = \\ = \{ОСКБР_{рме}(\omega_{ОСКБР_{рме}}, R_{ОСКБР_{рме}}, t)\} \forall \\ \forall \{lim (ОСКБР_{рме}(\omega_{ОСКБР_{рме}}, R_{ОСКБР_{рме}}, t)) = \\ = (РКБР_{рме}(\omega_{РКБР_{рме}}, R_{РКБР_{рме}}, t) \cup ПОС_{дод}(\omega_{ПОС_{дод}}, R_{ПОС_{дод}}, t))\}, \quad (43)$$

де  $\omega_{MEM} \dots \omega_{ПОС_{дод}}$  – кількості фіксацій випадкових субполів відповідних субструктур і елементів за (42);  $R_{MEM} \dots R_{ПОС_{дод}}$  – просторові субобласті цих субполів і елементів.

Стисло зупинимось на дещо модифікованих у порівнянні з [1, 18], з огляду на вищенаведені положення, **дефініціях структурних елементів регіональної екомережі, що моделюється**. Таким чином:

1) **регіональне екомережне ядро** (інколи, скорочено, **екоядро, *ЕМЯ***) – це ядро *БІЛТС<sub>АПА</sub>* та/або *БІЛТС<sub>КП</sub>* (чи ядро-складник *ПОС<sub>дод</sub>*), обране як модельний елемент регіональної екомережі у вигляді її ядра з огляду на те, що властивості такого ядра за біоекосистемними, геосистемними та комплексними ознаками біоландшафтного різноманіття істотно регіонально вирізняються та є значущими й особливо цінними для функціонування оптимально сформованого каркаса біоландшафтного різноманіття регіону. Основними атрибутами екоядра є: сингулярна або інтегрована типовість ("еталонність") і/або унікальність для регіону головних ознак зазначеного різноманіття; цінність генофонду; високий ступінь біоландшафтною натуральності; рівень стану (або технологічних рішень щодо нього), який забезпечує актуальну та/або перспективну можливість збереження та/або відновлення чи підтримання (при створенні) визначальних біоландшафтно-

різноманітних властивостей; супутні до вже зазначених і інші атрибути (зокрема, різноманітність едафічних умов і їхня привабливість для типових і/або рідких і тих, що зникають, регіональних біовидів і біоугруповань, достатність розмірів для виконання відповідних каркасотвірних функцій тощо);

2) **регіональний екомережний коридор** (інколи, скорочено, **екокоридор**, **ЕМКР**) – це коридор *БІЛТС<sub>АПА</sub>* та/або *БІЛТС<sub>КП</sub>* (чи коридор-складник *ПОС<sub>дод</sub>*), визначений як модельний елемент екомережі у вигляді її коридору, зважаючи на те, що такий коридор є суттєво необхідним для підтримки регіональних просторових зв'язків між екоядрами та функціонування оптимально сформованого регіонального каркаса біоландшафтного різноманіття як мережного утворення в цілому, а також виконує певні регіонально значущі функції відтворення та охорони довкілля. Основними атрибутами екокоридору є: висока міра біоландшафтної натуральності; достатність ширини й протяжності та сприятливість едафічних особливостей для ефективного забезпечення потрібних функцій міграції та розселення біовидів і обміну їхнім генофондом; відсутність бар'єрів, що є непереборними для виконання таких функцій; адекватність едафічних умов або типу біоугруповань екокоридору таким же характеристикам екоядер, які від поєднує; рівень стану, достатній для збереження та/або відновлення чи створення як елемента екомережі; супутні та інші, зокрема спільні з екоядрами, корисні для довкілля та людини властивості, такі як естетичні тощо;

3) **буферна зона (БУЗ) елемента регіональної екомережі** (екоядра чи екокоридору, тобто  $\{БУЗ\} \in \{БУЗ_{ЕМЯ}, БУЗ_{ЕМКР}\}$ ) – змодельована навколо такого елемента захисна межева субструктура (див. нашу монографію [10]) у вигляді вимірного (нормативного) буфера (див. [15]) з відповідним спеціальним режимом природокористування для забезпечення виконання основної функції – обмеження та подальшого зниження, аж до повної ліквідації, несприятливого для стану та статусу екоядра чи екокоридору зовнішнього впливу прилеглих до них функціонально-природокористувальних субструктур (крім, зрозуміло, природоохоронних, див. (32)). Основними атрибутами буферної зони є: достатність ширини та/або площі для ефективно реалізації заданих буферно-захисних функцій; реальність чинного або перспективного виконання таких функцій з огляду на рівень стану та склад об'єктів тощо у власних межах; системна сполучність як з об'єктами захисту (екоядрами й екокоридорами), так і з зовнішніми субструктурами, вплив яких на екомережу має бути знижено чи ліквідовано; інші корисні межові властивості (див. [10]). Слушним під час визначення буферних зон може стати використання певних принципів класифікації ландшафтних меж, запропонованих у нашій праці [19]. Згідно з ними, по-перше, БУЗ можна одразу кваліфікувати як природно-антропогенну, суходільну або суходільно-акваторійну, структуро-розподільну, зазвичай поліморфну ландшафтну межу. По-друге, подальша типологічна деталізація буферних зон з метою їхнього коректного моделювання залежить від реальної геоекологічної ситуації, згідно з чим ці зони може бути змодельовано як клінальні або геотонні (континуальні, синергічні чи стріальні), бар'єрно-переборні, бар'єрно-непереборні чи мембранні тощо (див. [10, 19]). Такі міркування, до речі, одночасно можуть правити за підґрунтя удосконалення підходів до класифікації буферних зон, орієнтовно наведених нами в [1, 18].

В усіх випадках слід мати на увазі, що під час моделювання регіональної екомережі її щойно означені екоядра й екокоридори підлягають певному модельному обираюванню й аналізу як можливі, а згодом остаточні основні структурні екомережні елементи з подальшим поділом їх на першочергові й перспективні з відповідними БУЗ (див. далі), що концептуально відрізняється від наших розробок

[1, 18] тощо, де вирізнялися т.зв. екомережні зони потенційної ренатуралізації як основний, а не другопорядковий за змістом і черговістю вибору, елемент екомережі.

У цілому ж, з огляду на вищенаведені засновки, **алгоритм моделювання регіональної екомережі** містить низку критеріально обумовлених операцій, реалізацію яких спрямовано на послідовне (поетапне) створення, узгодження й трансформацію визначених модельних структур регіону моделювання екомережі з одночасним створенням і інформаційним насиченням відповідних зазначеним структурам блоків електронної бази даних (ЕБД) "Екомережа регіону". До таких модельних структур належать:

1) **модельна структура МС-1**, яка є наслідком задавання меж досліджуваного регіону, що є окремою змістовою задачею, й у цілому відповідає запису

$$\{МС-1\} \equiv \{R\} \in \{R_{КПРМ} \cap (R_{ПАРМ} \cup R_{АРМ})\}; \quad (44)$$

2) модельна структура МС-2, яка містить набір певних упорядкованих (квазі)природних сингулярних субструктур згідно з моделлю

$$\{МС-2\} \in \{КПРМ(\omega_{КПРМ}, R_{КПРМ}, t) - (БІЛТС_{КП}(\omega_{БІЛТС_{КП}}, R_{БІЛТС_{КП}}, t))\}; \quad (45)$$

3) модельна структура МС-3 як модельна структура "каркасної" реконструкції біоландшафтного різноманіття та початкового обирання можливих елементів МЕМ, що адекватно запису

$$\begin{aligned} \{МС-3\} \in \{БІЛТС_{КП}(\omega_{БІЛТС_{КП}}, R_{БІЛТС_{КП}}, t)\} &= \{РКБР_{РМЕ}(\omega_{РКБР_{РМЕ}}, R_{РКБР_{РМЕ}}, t)\} = \\ &= \{КПЯ(\omega_{КПЯ}, R_{КПЯ}, t) \cap КПКР(\omega_{КПКР}, R_{КПКР}, t)\} \equiv \\ &\equiv \{ЕМЯ_{МКП}(\omega_{ЕМЯ_{МКП}}, R_{ЕМЯ_{МКП}}, t) \cup ЕМКР_{МКП}(\omega_{ЕМКР_{МКП}}, R_{ЕМКР_{МКП}}, t)\}; \quad (46) \end{aligned}$$

де  $ЕМЯ_{МКП}(\omega_{ЕМЯ}, R_{ЕМЯ}, t)$  і  $ЕМКР_{МКП}(\omega_{ЕМКР}, R_{ЕМКР}, t)$  – перша сукупність можливих екоядер і екокоридорів МЕМ, за які правлять модельно реконструйовані ядра та коридори  $БІЛТС_{КП}$ ;

4) модельна структура МС-4 як модельна структура антропоізації регіону, подана як

$$\begin{aligned} \{МС-4\} \in \{РФПС((\omega_{РФПС}), R_{РФПС}, t) - БІЛТС_{АПА}(\omega_{БІЛТС_{АПА}}, R_{БІЛТС_{АПА}}, t) - \\ - МЕМ(\omega_{МЕМ}, R_{МЕМ}, t)\}; \quad (47) \end{aligned}$$

5) модельна структура МС-5 як модельна структура актуалізації каркасних (квазі)геосистем біоландшафтного різноманіття та подальшого вибору можливих елементів МЕМ, що адекватно запису

$$\begin{aligned} \{МС-5\} \in \{БІЛТС_{АПА}(\omega_{БІЛТС_{АПА}}, R_{БІЛТС_{АПА}}, t)\} &= \{АКБР_{РМЕ}(\omega_{АКБР_{РМЕ}}, R_{АКБР_{РМЕ}}, t)\} = \\ &= \{АПАЯ(\omega_{АПАЯ}, R_{АПАЯ}, t) \cap АПАКР(\omega_{АПАКР}, R_{АПАКР}, t)\} \equiv \\ &\equiv \{ЕМЯ_{МАПА}(\omega_{ЕМЯ_{МАПА}}, R_{ЕМЯ_{МАПА}}, t) \cup ЕМКР_{МАПА}(\omega_{ЕМКР_{МАПА}}, R_{ЕМКР_{МАПА}}, t)\} \forall \\ &\forall \{МС-3\}; \quad (48) \end{aligned}$$

де  $ЕМЯ_{МАПА}(\omega_{ЕМЯ}, R_{ЕМЯ}, t)$  і  $ЕМКР_{МАПА}(\omega_{ЕМКР}, R_{ЕМКР}, t)$  – друга сукупність можливих екоядер і екокоридорів МЕМ, якими є модельно вирізнені ядра та коридори  $БІЛТС_{АПА}$ ;

6) **модельна структура МС-6** як модельна структура аналізу рівня природно-каркасної значущості та рівня стану обох сукупностей можливих екоядер і екокоридорів *МЕМ* за (47) – (48) і обирання першої сукупності остаточних (основних) екоядер і екокоридорів цієї екомережі відповідно до запису

$$\begin{aligned} \{МС-6\} \in & \{(ЕМЯ_{МКП}(\omega_{ЕМЯ}, R_{ЕМЯ}, t) \cup ЕМКР_{МКП}(\omega_{ЕМКР}, R_{ЕМКР}, t)) \cap (\cup) \\ & \cap (\cup) (ЕМЯ_{МАПА}(\omega_{ЕМЯ}, R_{ЕМЯ}, t) \cup ЕМКР_{МАПА}(\omega_{ЕМКР}, R_{ЕМКР}, t)) \cap \\ & \cap (РФПС((\omega_{РФПС}), R_{РФПС}, t) - ПОС(\omega_{ПОС}, R_{ПОС}, t))\} = \\ & = \{(МС-3) \cap (\cup) (МС-5) \cap (МС-4)\} \equiv \\ & \equiv \{ЕМЯ_{ОСТ,О,1}(\omega_{ЕМЯ_{ОСТ,О,1}}, R_{ЕМЯ_{ОСТ,О,1}}, t) \cup \\ & \cup ЕМКР_{ОСТ,О,1}(\omega_{ЕМКР_{ОСТ,О,1}}, R_{ЕМКР_{ОСТ,О,1}}, t)\}; \end{aligned} \quad (49)$$

7) **модельна структура МС-7** як модельна структура створення першого варіанта оптимально сформованого каркаса біоландшафтного різноманіття регіону шляхом додавання й узгодження з *МС-6* необхідних елементів *ПОС*<sub>дод</sub> і розрахунку, хоча б орієнтовного, відповідних буферних зон (що може теж далі вплинути на рішення за (50)), а отже за адекватності запису

$$\begin{aligned} \{МС-7\} \in & \{(МС-6) \cup ПОС_{дод}(\omega_{ПОС_{дод}}, R_{ПОС_{дод}}, t) \cup БУЗ(\omega_{БУЗ}, R_{БУЗ}, t)\} \equiv \\ & \equiv \{ОСКБР_{РМЕ}(\omega_{ОСКБР_{РМЕ}}, R_{ОСКБР_{РМЕ}}, t)\}_{ВАР1}; \end{aligned} \quad (50)$$

8) **модельна структура МС-8** як модельна структура створення другого варіанта оптимально сформованого каркаса біоландшафтного різноманіття регіону шляхом поділу екоядер і екокоридорів з їхніми буферними зонами за (50) на першочергові (з індексом "пш") й перспективні (з індексом "пп"), зокрема й з огляду на загальне планування й реалізацію природоохоронних заходів у регіоні, в т.ч. щодо *НЛЕМ*, а отже за відповідності запису

$$\begin{aligned} \{МС-8\} \equiv & \{ОСКБР_{РМЕ}(\omega_{ОСКБР_{РМЕ}}, R_{ОСКБР_{РМЕ}}, t)\}_{ВАР2} \in \\ & \in \{(ЕМЯ_{ПШ}(\omega_{ЕМЯ_{ПШ}}, R_{ЕМЯ_{ПШ}}, t) \cup \\ & \cup ЕМКР_{ПШ}(\omega_{ЕМКР_{ПШ}}, R_{ЕМКР_{ПШ}}, t) \cup БУЗ_{ПШ}(\omega_{БУЗ_{ПШ}}, R_{БУЗ_{ПШ}}, t) \cup \\ & \cup (ЕМЯ_{ПП}(\omega_{ЕМЯ_{ПП}}, R_{ЕМЯ_{ПП}}, t) \cup \\ & \cup ЕМКР_{ПП}(\omega_{ЕМКР_{ПП}}, R_{ЕМКР_{ПП}}, t) \cup БУЗ_{ПП}(\omega_{БУЗ_{ПП}}, R_{БУЗ_{ПП}}, t))\}. \end{aligned} \quad (51)$$

Подальші операції з моделювання регіональної екомережі може бути зумовлено необхідністю вирішення підсистем змодельованої за (51) регіональної екомережі, регіональних і підсистемних "ключових" екоядер, підсистемосполучних і ймовірних регіоносполучних екокоридорів тощо (див. [1, 18]).

Крім того, по-перше, потребує удосконалення, в порівнянні з [1, 18], систематизації критеріїв аналізу біоландшафтного різноманіття, з огляду на поділ їх на критерії індикації, ідентифікації й рівня природно-каркасної значущості (квазі)геосистем цього різноманіття та критерії рівня стану об'єктів моделювання регіональної екомережі, в аспекті особливостей застосування цих критеріїв стосовно модельних структур за (45) – (50). По-друге, відповідно має бути модифіковано й геоінформаційно-технологічні підходи до реалізації запропонованого алгоритму моделювання регіональної екомережі.

### **Висновки та перспективи досліджень.**

1. Розвинено концептуальні підвалини математично-геоінформаційного моделювання регіональної екологічної мережі, створення якої належить наразі до одного з найбільш поступальних природоохоронних заходів. При цьому запропоновано способи формалізованого структурування регіону, обраного для моделювання екомережі, з його вихідним поділом на (квазі)природну, природно-антропогенну й антропогенну структури та їхнім подальшим диференціюванням на субструктури й модельним задаванням динаміки цих субструктур.

2. (Квазі)природна структура регіону поділяється на (квазі)природні сингулярні субструктури – площинні (ландшафтні, фізико-географічні, басейнові, позиційно-динамічні, геоботанічні, зоогеографічні та інші) й мережну біоцентричну, а також на інтегровану мережну біоландшафтну субструктуру, що дозволяє модельно відтворювати елементи (ядра й коридори) (квазі)природного (реконструйованого) каркаса біоландшафтного різноманіття.

3. Природно-антропогенна й антропогенна структури регіону ототожнюються з регіональною функціональною структурою природокористування з огляду на поділ останньої на функціонально-природокористувальні субструктури згідно з головним видом природокористування. Серед них особливе місце посідають природоохоронні субструктури – об'єктів ПЗФ, біотично-охоронні, інші спеціальні охоронні та екомережні. Останні, в свою чергу, диференціюються на субструктури елементів національної (міжрегіональної) та локальних екомереж, елементи (ядра й коридори) актуального каркаса біоландшафтного різноманіття та власне регіональну екомережу, що моделюється.

4. Модельна регіональна мережа тлумачиться, з одного боку й насамперед, як обґрунтована за складом і модельно об'єднана в мережу сукупність (квазі)геосистем актуальної природно-антропогенної та/або (квазі)природної біоландшафтної територіальної структури, початково визначених і остаточно обраних за заданою системою критеріїв аналізу біоландшафтного різноманіття з метою поточного або перспективного збереження та/або ренатуралізувального реставрування й охорони цих (квазі)геосистем як екомережних складників. З іншого боку, до складу екомережі може бути додатково модельно залучено й сукупність нових штучних, передбачених для створення, елементів природоохоронних субструктур, які можуть і мають забезпечувати оптимальний склад і сформованість майбутньої екомережі.

5. Обидві, зазначені в п.4, сукупності спільно призначено для забезпечення реалізації й усталеного функціонування оптимально сформованого (відновленого й додатково створеного) каркаса біоландшафтного різноманіття регіону, який за структурою є максимально можливо (бажано) наближеним до (квазі)природного такого каркаса з урахуванням реальної регіональної геоекологічної ситуації та потреби в оптимальній будові й сформованості майбутньої екомережі. При цьому за власне структурні елементи ((квазі)геосистеми) модельної екомережі будуть правити її регіональні екоядра й екокоридори та їхні буферні зони. Ці екоядра й екокоридори підлягають певному модельному обиранню й аналізу як можливі а згодом остаточно основні структурні екомережні елементи з подальшим поділом їх на першочергові й перспективні з відповідними буферними зонами.

6. Розроблено алгоритм моделювання регіональної екомережі, який містить низку критеріально обумовлених операцій, реалізацію яких спрямовано на послідовне (поетапне) створення, узгодження й трансформацію визначених модельних структур регіону моделювання екомережі з одночасним створенням і

інформаційним насиченням відповідних зазначеним структурам блоків електронної бази даних (ЕБД) "Екомережа регіону".

7. Перспективами подальших досліджень є, по-перше, удосконалення систематизації критеріїв аналізу біоландшафтного різноманіття в аспекті особливостей застосування цих критеріїв стосовно відповідних запропонованому алгоритму модельних структур, по-друге, модифікація геоінформаційно-технологічних підходів до реалізації такого алгоритму, а також, по-третє, відпрацювання обґрунтованих модельних рішень на прикладі екомережі репрезентативного регіону.

#### Список літератури

1. *Самойленко В. М.* Геоінформаційне моделювання екомережі / В. М. Самойленко, Н. П. Корогода. – К. : Ніка-Центр, 2006. – 224 с.
2. *Samoylenko V. M.* Procedure for geo-informative modeling of designed ecological network in river basins // Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. UNESCO/WMO. – 2006. – XXIII. – CD. – 9 p.
3. *Самойленко В. М.* Теоретично-прикладні основи та способи геоінформаційного моделювання екомережі / В. М. Самойленко, Н. П. Корогода // Географія в інформаційному суспільстві : зб. наук. праць у 4-х т. – К. : ВГЛ "Обрії", 2008. – Т.IV. – С.60-62.
4. *Самойленко В. М.* Оптимізація вимірювання розрахункових показників при моделюванні басейнової екомережі / В. М.Самойленко, Н. П.Корогода // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009. – Т. 17. – С. 15-26.
5. *Самойленко В. М.* Тестування методики геоінформаційного математично-картографічного моделювання екомережі на прикладі басейну Росі / В. М. Самойленко, Н. П. Корогода // Фізична географія та геоморфологія. – 2009. – Вип. 55. – С. 140-149.
6. *Самойленко В. М.* Критерії рівня природно-каркасної значущості та стану об'єктів моделювання екомережі в річкових басейнах / В. М. Самойленко, Н. П. Корогода // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т. 3(20). – С. 8-21.
7. *Самойленко В. М.* Визначення розрахункових показників при моделюванні екомережі в басейнах річок на різних територіальних рівнях проектування / В. М. Самойленко, Н. П. Корогода // Фізична географія та геоморфологія. – 2010. – Вип. 3(60). – С. 57-62.
8. *Самойленко В. М.* Гідроінвайронментологія: становлення і перспективи / В. М. Самойленко // Фізична географія та геоморфологія. – 2005. – Вип. 47. – С. 69-78.
9. *Самойленко В. М.* Моделювання урболандшафтних басейнових геосистем / В. М. Самойленко, К. О. Верес. – К. : Ніка-Центр, 2007. – 296 с.
10. *Самойленко В. М.* Модельна ідентифікація берегових геосистем / В. М. Самойленко, І. О.Діброва. – К. : Ніка-Центр, 2012. – 328 с.
11. *Самойленко В. М.* Розвиток теоретично-прикладних основ моделювання стану геосистем басейнової ландшафтної територіальної структури: базові підходи та фазова стійкість / В. М. Самойленко, Д. В. Іванок // Фізична географія та геоморфологія. – 2012. – Вип. 1(65). – С. 6-25.
12. *Гродзинський М. Д.* Пізнання ландшафту: місце і простір : [у 2-х т.] / М. Д. Гродзинський. – К. : Київський університет, 2005. – Т.1. – 431 с. ; Т.2. – 503 с.
13. *Шищенко П. Г.* Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании / П. Г. Шищенко. – К. : Фитосоцицентр, 1999. – 284 с.
14. *Національний атлас України. Електронна версія* / Інститут географії НАНУ, "ІС ГЕО", ДНВП "Картографія", ДСГКК. – К., 2007.
15. *Самойленко В. М.* Географічні інформаційні системи та технології / В. М. Самойленко. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 448 с.
16. *Червона книга України. Електронна база даних* / Грачов А. П. та ін. – К., 2002.
17. *Зелена книга України. Електронна база даних* / Грачов А. П. та ін. – К., 2001.
18. *Самойленко В.М.* Регіональні та локальні екомережі / В. М.Самойленко, Н. П.Корогода. – К. : Логос, 2013. – 192 с.
19. *Самойленко В. М.* Класифікація меж елементів позиційно-динамічної структури ландшафту / В. М. Самойленко, О. С. Маляренко // Фізична географія та геоморфологія. – 2013. – Вип.3(71). – С. 62-72.

### **Розвиток концептуальних підвалин моделювання регіональної екологічної мережі**

**Самойленко В. М., Маляренко О. С.**

*Розвинено концептуальні підвалини математично-геоінформаційного моделювання регіональної екологічної мережі. Запропоновано новий алгоритм, згідно з яким екомережа послідовно моделюється з сукупності (квази)геосистем актуальної природно-антропогенної та/або (квази)природної біоландшафтної територіальної структури з додаванням нових штучних природоохоронних елементів. Результатом моделювання є оптимально сформований (відновлений і додатково створений) каркас біоландшафтного різноманіття регіону.*

**Ключові слова:** біоландшафтна територіальна структура, (квази)геосистема, регіональна екологічна мережа, моделювання, алгоритм.

### **Развитие концептуальных основ моделирования региональной экологической сети**

**Самойленко В. Н., Маляренко А. С.**

*Получили развитие концептуальные основы математико-геоинформационного моделирования региональной экологической сети. Предложено новый алгоритм, в соответствии с которым экологическая сеть последовательно моделируется из (квази)геосистем природно-антропогенной и/или (квази)природной биоландшафтной территориальной структуры с добавлением новых искусственных природоохранных элементов. Результатом моделирования является оптимально сформированный (восстановленный и дополнительно созданный) каркас биоландшафтного разнообразия региона.*

**Ключевые слова:** биоландшафтная территориальная структура, (квази)геосистема, региональная экологическая сеть, моделирование, алгоритм.

### **Development of conceptual bases for regional ecological network modeling**

**Samoylenko V. M., Malyarenko O. S.**

*It was developed the conceptual bases for regional ecological network mathematical-geo-informative modeling. It was proposed the new algorithm, according to which ecological network has to be simulated from set of quasi-geosystems of actual natural-anthropogenic and/or (quasi)natural bio-landscape territorial structure with extension by new artificial environmental elements. Modeling result is optimal generated (restored and additionally created) frame of regional bio-landscape diversity.*

**Keywords:** bio-landscape territorial structure, quasi-geosystem, regional ecological network, modeling, algorithm.

**Надійшла до редколегії 05.03.2014**

УДК 556.012

**Горбачова Л.О.**

*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ*

## **МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ЩОДО ОЦІНКИ ОДНОРІДНОСТІ І СТАЦІОНАРНОСТІ ГІДРОЛОГІЧНИХ РЯДІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ**

**Ключові слова:** методика; стаціонарність; однорідність; гідрологічні ряди; статистичні критерії; гідролого-генетичні методи

**Вступ.** Вчені в усьому світі досліджують вплив змін клімату на водний стік річок. Виконується достатньо багато різноманітних наукових проєктів. У сучасних гідрологічних дослідженнях найбільше застосування отримали саме статистичні методи. Однак, формування водного стоку є надзвичайно складним багатофакторним процесом, який на сучасному розвитку науки в світі майже неможливо повністю описати аналітичними методами. Зрозуміло, що застосування останніх до гідрологічної інформації вимагає введення певних припущень, спрощень, умовностей і т.п., що без сумніву призводить до нехтування впливом

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т.1(32)