

В.М.Самойленко

## ТРИМІРНЕ РАЙОНУВАННЯ ГЕОСИСТЕМ ВЕЛИКИХ ВОДОСХОВИЩ

Викладені принципи і способи комплексного тримірного районування великих рівнинних водосховищ як природно-технічних геосистем з вирізненням їх геотаксонів різного рангу. Розроблені підходи є корисними для організації оптимального моніторингу і моделювання екологічного стану водосховищ і інших водойм з метою його поліпшення.

### Вступ

Великі рівнинні водосховища, наприклад, водосховища Дніпровського каскаду ГЕС, є найскладнішим компонентом інфраструктури природно-економічних районів України і мають першочергове значення для вирішення проблем водозабезпечення економіки та населення держави як регулятори та постачальники водних і інших природних ресурсів. Поліпшення існуючого режиму експлуатації та врахування пріоритетів основних водокористувачів водосховищ типу дніпровських повинні бути засновані на оптимальному обґрунтуванні управлінських рішень, які насамперед мають базуватися на ефективному відстеженні, оцінюванні та прогнозуванні екологічного стану цих водосховищ та елементів їх структури. Досягнення таких цілей неможливо уявити без вихідного багатofункціонального структурування водосховищ як природно-технічних об'єктів. Саме тому дана стаття присвячена узагальненню та розвитку геосистемних принципів і способів районування великих рівнинних водосховищ, які початково і послідовно викладалися нами у [1-7].

### Принципи і способи районування

Велике рівнинне водосховище розглядається як природно-технічна геосистема [4, 5, 7], а **під районуванням** такої геосистеми розуміється вирізнення в ній **геотаксонів** (субструктур або підсистем) **різного рівня**, де процеси взаємодії атмосфери, гідросфери, літосфери, біосфери і

ступінь та тенденції антропогенного навантаження на геосистему мають адекватний характер [7].

Загальна схема районування зображена на рис.1, де як головні структурні **підсистеми геосистеми 1 рівня** розглядаються **п'ять геотаксонів**: водні маси, ложе, берегова зона, нижній б'єф (власний), притоки.

Останній складник за схемою рис.1 вважається азональним геотаксоном, включаючи ділянку надходження води з вищерозташованої водойми чи річки. При цьому до **приток** як геотаксону слід відносити гирла бічних приток і затоки, а для основної приточності – наприклад, частину річкової області водосховища (зони виклинювання підпору) нижче нижнього б'єфа вище розташованого водосховища або головної річки. Також азональним таксоном (2 рівня) є **острови** (групи островів), які кваліфікуються як контактна підсистема водних мас, ложа і берегової зони.

Вирізнення геотаксонів приток та нижнього б'єфа (за його наявності) має переважно функціональний зміст в процесі відстеження екологічного стану геосистеми та менш визначений структурно-ієрархічний. Крім того, суто функціонально геотаксон будь-якого ієрархічного рівня можна розділяти на **природну** (наприклад, природні територіальні утворення відповідного рангу [3, 8]), **технічну** (наприклад, технічні комплекси водозаборів, мостових переходів тощо) і/або **природно-технічну** (наприклад, укріплені штучними укосами ділянки берегів за результатами їх інженерно-геологічного районування і т.ін.) **підсистеми** в залежності від побудов, які враховуються.

Для всіх побудов під час районування використовується розрахункова система координат (РСК) зі змінним розміщенням, в залежності від поставлених завдань, точки початку координат. У цій системі вісь  $X$  орієнтована вздовж осі водосховища чи берегової лінії тощо, вісь  $Y$  перпендикулярна осі  $X$  за умови паралельності площини  $XY$  перетинам геосистеми водосховища за позначками рівнів води або поверхні, а вісь  $Z$  перпендикулярна площині  $XY$  у точці початку координат (0). Діючі осі (відрізки осей) та площини визначаються досліджуваними структурними підсистемами геосистеми водосховища та розміщенням початку координат (див. рис.1).

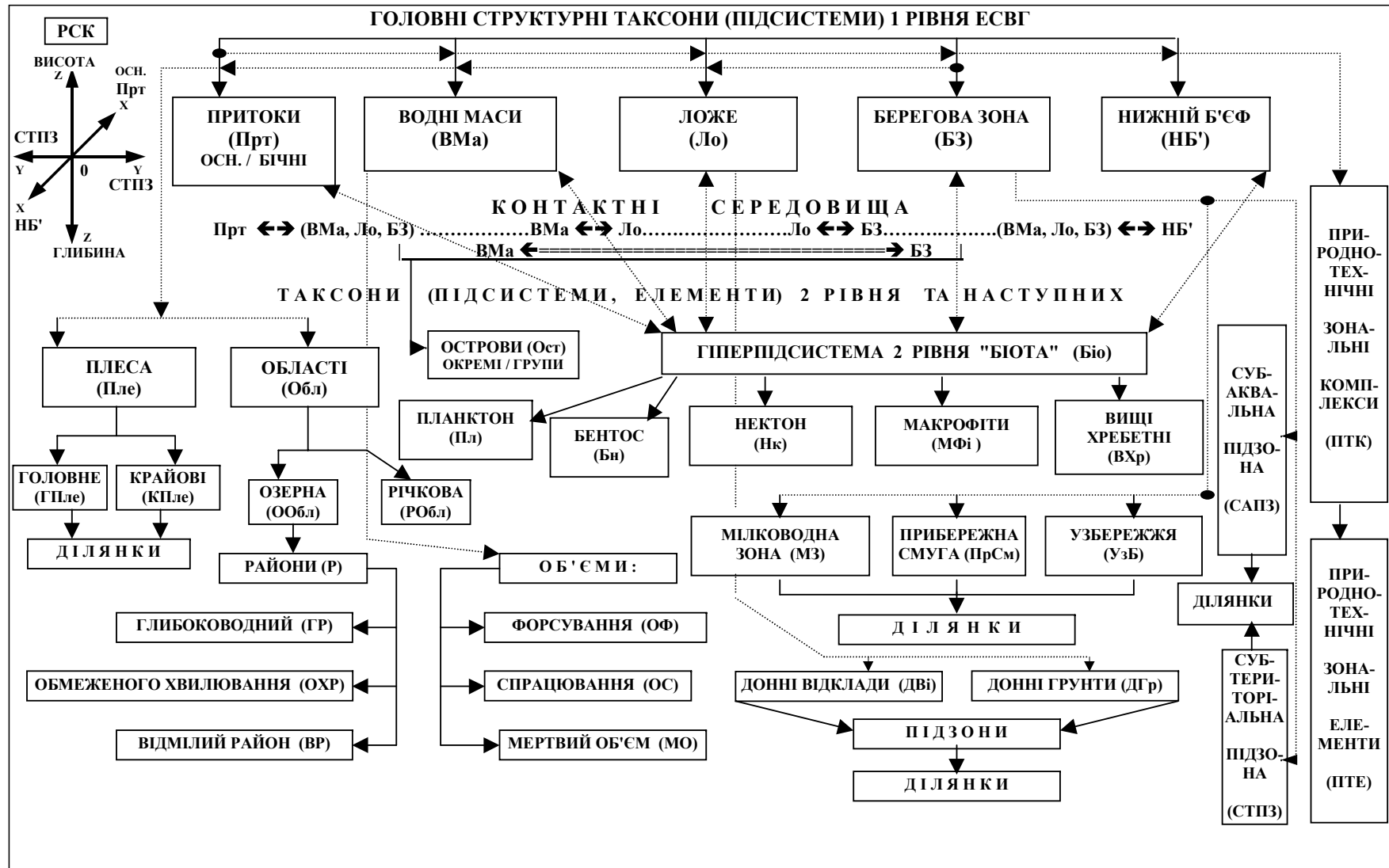


Рис.1. Загальна схема районування геосистеми великої рівнинної водойми (ЕСВГ за [5])

Під час районування слід враховувати, крім визначальних ознак всієї геосистеми водосховища або її конкретного геотаксона, ієрархічну супідрядність критеріїв.

Зазначена супідрядність передбачає послідовне застосування при районуванні морфологічних, гідрологічних, гідроморфодинамічних, фізико-хімічних, гідробіологічних, екотоксикологічних та інших критеріїв, а також комплексу техногенних показників [4, 5]. При цьому встановлюються усереднені межі між усіма субструктурами геосистеми водосховища відповідного рангу та розрахункові (імовірнісні) коливання цих меж при заданих рівнях антропогенного або природного впливу на геосистему.

В усіх випадках **зовнішньою межею геосистеми водосховища** у бік суходолу, крім визначених вище меж приток (головна приточність) та нижнього б'єфа, є прийняті у розрахунок варіантні положення найбільш віддаленої від урізу води межі поширення несприятливих або небажаних процесів (інженерно-геологічних, гідрогеологічних, гідрометеорологічних, геохімічних тощо), вияв яких викликаний взаємодією водних мас і берегових територій, а наслідком є матеріальні та екологічні збитки та обмеження у використанні прибережних земель. Зовнішня межа геосистеми водосховища може збігатися з межею так званої субтериторіальної підзони берегової зони (див. рис.1, додатково [4] і наступний текст) і буде визначатися межею відчутного для геосистеми взаємовпливу водних мас і берега, яка виходить за межі структурного елемента берегової зони – узбережжя – тобто, наприклад, зміною мікроклімату, впливом на рослинні угруповання, розташуванням місцевих вододілів як точкою відліку при оцінюванні геохімічних та радіохімічних особливостей площинного змиву тощо. Крім вищенаведених, межами геосистеми водосховища з боку суходолу можуть бути межі комплексу існуючих природоохоронних об'єктів, територій особливого природоохоронного статусу, азоньних технічних і інших підсистем, пов'язаних виключно з тими, що склалися, особливостями користування ресурсами геосистеми та природними і техногенними азоньними факторами. Останнє може стосуватись і внутрішнього структурного розподілу геосистеми та її геотаксонів.

При типологічно переважному горизонтальному (за віссю  $X$ ) районуванні певні, насамперед "берегові", підсистеми геосистеми водосховища можна ділити на однорідні природно-технічні (зоньні)

комплекси та їх елементи, початково враховуючи при цьому, наприклад, таксономічний ряд генетично-морфологічних територіальних структур: геотоп – підурочище – урочище – місцевість тощо [8].

За умови структурного поділу головних геотаксонів першого рівня (водних мас, ложа і т.д.) на підсистеми другого рівня, незалежно від ознак, що використані, виділяється **головна гіперпідсистема другого рівня – "біота"**, – основними структурними елементами якої є п'ять класів гідробіонтів: планктон, бентос, нектон, макрофіти та вищі хребетні.

Загалом подальший розподіл таксонів першого рівня безумовно визначається відповідними **специфічними критеріями районування**. Так, у геотаксоні **берегової зони** (див. рис.1) досить однозначно структурно виділяються три елементи: узбережжя, прибережна смуга та мілководна (хвилеприбійна) зона, акваторійна межа якої визначається за розрахунковими елементами трансформації хвиль біля берега (районування берегової зони докладно розглянуте нами у [1, 4, 5]). При цьому для більш повного врахування біоценологічних і інших структурних ознак дозволяється вирізнення субаквальної підзони (при розвитку біогідроценозів мілководь за акваторійну межу берегової зони чи формуванні літодинамічних систем, пов'язаних з надходженням наносів у мілководну зону з глибоких частин підводного берегового схилу і т. ін.).

Проведення більш специфічного просторового районування, наприклад **водних мас**, припускає їх ділення за термічним режимом [4, 5], режимом регулювання стоку (об'єми форсування, спрацювання, мертвий об'єм), фізико-хімічними особливостями (розчин, зависі, надмулова вода тощо) та іншими ознаками. Геотаксон **ложа** генетично можна розділяти на донні ґрунти і донні відклади з наступним розподілом, виходячи із особливостей седиментогенезу.

За морфологічними та гідроморфологічними особливостями геосистеми водосховища і спеціальними розрахунковими моделями [5] застосовують також такі обумовлені співвідношення таксономічних одиниць: плесо – ділянка, зона – підзона. При цьому вирізняють головні та крайові плеса і річкову та озерну область, з поділом останньої на низку районів: глибоководний, обмеженого хвилювання та відмілий.

**Уздовж контуру акваторії водосховища** у цілому з протяжністю через усі області (райони) та плесові ділянки вирізняють берегову зону з поданою вище її диференціацією на субструктури. З аналогічною до

берегової зони протяжністю в чаші водойми за акваторійною межею мілководної зони виділяється поздовжньо розташована (за віссю  $X$ ) зона водоймового ложа. Цілісність цього геотаксону може порушуватися лише островами та їх групами. Варіантні межі геотаксонів берегової зони та ложа, які у свою чергу не є лініями, а являють собою своєрідні підзони, можна визначати для геосистеми великого водосховища, наприклад використовуючи характерні рівні води у ньому, за які приймають нормальний підпірний рівень, обумовлені розрахункові рівні [5], рівень навігаційного спрацювання, рівень мертвого об'єму.

Виділені за наведеними вище принципами великомірні структурні одиниці усередині головних геотаксонів водосховища при необхідності більш детального розгляду їх складників можуть бути поділені (при переважачому поздовжньому, за віссю  $X$ , зонуванні за певними принципами) на різноманітні підсистеми більш низьких рівнів, залежно від прийнятих критеріїв. Таким чином, плеса можуть бути додатково розділені на підзони: поширення островів, затоплених русла і заплави тощо, прибережна смуга ділиться на підсистеми згідно з принципами інженерно-геологічного районування, мілководна зона структурується вздовж лінії берега на ділянки за гідродинамічними критеріями однорідності. Зона ложа водойми може бути поділена на підзони та ділянки шляхом картографування гранулометричних типів донних відкладів, мінералогічних провінцій, хімічного складу донних відкладів, речовинно-генетичних типів донних відкладів (як синтез перших трьох), густини радіоактивної забрудненості, ізотокс тощо. Структуралізація водних мас геосистеми водосховища за динамікою стратифікації вод та характеристиками турбулентного перемішування може бути виконана за допомогою підмоделей гідрофізичних процесів [5].

## **Висновки**

Викладені вище принципові підходи дозволяють у підсумку зазначити таке.

По-перше, районування геосистеми великого водосховища загалом має проводитися шляхом послідовного застосування морфологічних, гідрологічних, гідроморфодинамічних, фізико-хімічних, гідробіологічних, екотоксикологічних та інші критеріїв, а також комплексу техногенних показників з урахуванням встановлення усереднених меж між усіма

спільнорівневими геотаксонами геосистеми та імовірнісних коливань цих меж при заданих ступенях навантажень на неї.

По-друге, зрозуміло, що районування різних за рангом і типом геосистем не тільки великих водосховищ, а й водойм у цілому, відзначатиметься своїми критеріями і змістом геотаксонів, що вирізняються. А проте, комплексність наведених у статті принципів може слугувати ілюстрацією загальних підходів до зазначеного, більш широкого за об'єктом, районування, серед яких можна виокремити ієрархічну супідрядність геотаксонів і критеріїв, вирізнення природної, технічної і природно-технічної підсистем, застосування певної системи координат і т.ін.

По-третє, за всіх умов кінцевим етапом найбільш повного комплексного тримірного районування геосистеми водосховища або водойми будь-якого рангу та генетично-функціональних характеристик є побудова для попередньо зафіксованих геотаксонів і тестування на однорідність та ізотропність [4, 5] випадкових полів критеріальних для районування параметрів, як для різних проміжків часу, так і за розрахунковими осями  $Z$  і  $Y$  (див. рис.1).

\* \*

*Изложены принципы и способы комплексного трехмерного районирования крупных равнинных водохранилищ как природно-технических геосистем с выделением их геотаксонов разного ранга. Разработанные подходы являются полезными для организации оптимального мониторинга и моделирования экологического состояния водохранилищ и других водоемов с целью его улучшения.*

\* \*

1. *Samoylenko V.M.* Development of lakes & reservoirs dynamics and stability information/simulation systems for environmental monitoring and management on Ukraine example // Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft. Technische Universität Graz. –1996. – Vol.19/2. – P. C141-C146.

2. *Samoylenko V.M., Tavrov Y.S.* Development of Field Data Bases on Radioisotope Pollution of Ukrainian Natural & Manmade Lakes and Rivers // Landschaftsökologie und Umweltforschung. Institut für Geographie und Geoökologie der Technischen Universität Braunschweig. –1997. – №25. – P. 235-238.

3. *Samoylenko V.M., Tavrov Y.S.* The establishment of water protection zones for water quality improvement in river basins // *Freshwater Contamination*. –IAHS Publication no. 243. – 1997. – P. 385-391.
4. *Samoylenko V.M.* Complex Environmental Region Distribution of Great River Manmade Lakes for Their Sustainable Development // *Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management*. UNESCO/WMO. –1998. – XIX. – P. 791-796.
5. *Самойленко В.М.* Кадастр радіоактивного забруднення водних об'єктів України місцевого водокористування. Т. 1. Радіогідроекологічний стан і використання водойм та загальнометодологічні проблеми. – К.: Ніка-Центр, 1998. – 192 с.
6. *Самойленко В.М., Хильчевский В.К.* Система водохозяйственно-экологического мониторинга водоёмов: подходы и структура // *Метеорология, климатология та гідрологія*. – 2000. – Вып. 41. – С. 14-21.
7. *Самойленко В.М.* Методологічні підвалини і прикладні застосування стохастичної екологічної гідрології // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. – К.: Ніка-Центр. – 2000. –Т. 1. – С. 40-44.
8. *Гродзинський М.Д.* Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. – К.: Лікей, 1995. –233 с.