

Разработан комплекс расчетно-прогнозных моделей динамики и устойчивости волноприбойного и прибрежного мезогеотонив береговой зоны водохранилищ. Модели могут быть использованы для решений задач по геоэкологической оптимизации природопользования.

Ключевые слова: береговая зона, водохранилище, мезогеотон, береговые границы, геоэлементы состояния, моделирование.

Simulation of status geo-elements and on-land boundaries for wave-cut and onshore meso-geotones of reservoirs coastal zone

Samoylenko V.M.

It was elaborated the complex of calculating-prognostic models for dynamics and stability of wave-cut and onshore meso-geotones of reservoirs coastal zone. Models can be used for solutions aimed to geo-ecological nature management optimization.

Keywords: coastal zone, water reservoir, meso-geoton, coastal boundaries, geo-elements of state, simulation

Надійшла до редколегії 14.01.10

УДК 556.53 (282.247.32)

**Тімченко В.М., Тімченко О.В., Гуляєва О.О., Холодцько О.П.,
Вандюк Н.С.**

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

**ЕКОЛОГО-ГІДРОДИНАМІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ КАСКАДНИХ
ДОЛИННИХ ВОДОСХОВИЩ**

Ключові слова: Дніпровські водосховища; еколого-гідродинамічне районування

Актуальність проблеми. Кожен водний об'єкт суші має власну гідрологічну структуру, тобто просторові комбінації різнорідних водних мас. Аналіз просторової структури водойм є предметом спеціальних досліджень. Визначено зокрема [8], що просторова структура водосховищ більш складна, ніж озерна. Особливо яскраво проявляється специфіка техногенних водних екосистем у водосховищах долинного класу. Як відомо, водосховища дніпровського каскаду ГЕС відносяться до долинних і слугують об'єктом багаторічних спроб розробки різноманітних схем районування.

Найбільш розповсюдженою до сьогодення є схема акваторіального розподілу, в основі якої лежить використання гідроморфологічних показників. Акваторії дніпровських водосховищ, наприклад, розподіляються на три ділянки – верхню, середню і нижню [2]. Для врахування місцевих умов (надходження генетично різних водних мас із приток, наявність крупних заток і т.п.) вказаний розподіл доповнюється підділянками.

Наші дослідження, проведені з метою розробки методології та методичної бази управління екосистемами річкових ділянок дніпровських

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т.2(19)

водосховищ [11], показали, що при оцінці процесу формування їх стану необхідно враховувати умови як в основному руслі, так і в додатковій мережі (заплавні озера, рукава, затоки, протоки тощо). Що стосується озерних ділянок водосховищ, то до цього часу при гідрологічних та гідроекологічних дослідженнях їх розділяють, як і озерні чаші, за морфологічними ознаками: на прибережну зону (літораль плюс сублітораль) та глибинну область – профундаль [7]. Призвичаїлись дослідники до такого районування і відносно водосховищ. При цьому, за межу прибережної зони приймається глибина 2–3 м, куди проникає вища водна рослинність або промені світла. Можуть використовуватися і інші критерії.

Районування акваторії водойми за морфологічними ознаками правомірне і має суттєві можливості для використання. Однак з екологічної точки зору такий підхід відносно водосховищ не завжди є інформативним і об'єктивним. Перш за все, це стосується оцінки гідродинамічних умов функціонування екосистем – принципово важливого абіотичного фактора.

Натурними спостереженнями визначено, що в озерних ділянках кожного із каскадних водосховищ виділяються транзитні зони, через які відбувається основний стік води. Решта акваторії (нетранзитна зона) зайнята водними масами, динаміка котрих формується не стільки стоковими, скільки вітровими і компенсаційними течіями, а також вітровим хвилюванням, коливанням рівня води, довгими прямими і зворотними хвилями, сейшами та іншими внутрішньоводоймовими процесами.

Різниця генезису і показників гідродинаміки транзитних і нетранзитних зон озерних ділянок водосховищ формує в них принципово різні біотопічні умови функціонування гідробіонтів, їх популяцій та угруповань. Крім того, транзитні і нетранзитні зони взаємно впливають на умови формування якості водного середовища та біопродуктивності шляхом обміну між собою водними масами, розчиненими і завислими речовинами та гідробіонтами.

Практика еколого-гідрологічних досліджень показує, що суто натурними, як правило обмеженими, спостереженнями виділяти вказані зони на каскадних проточних водосховищах можна лише умовно. Тому до цього часу їх гідродинамічна оцінка виконувалась також умовно. За основу бралось те небезпідставне уявлення, що основний стік води по водосховищу здійснюється в межах затопленого русла. При цьому виникали деякі ускладнення при визначенні параметрів стокових течій на нижніх глибоководних ділянках водосховищ. І взагалі, кількісне визначення статистично обґрунтованих показників динаміки вод в окремих районах водосховищ практично унеможлиблювалось.

Методика дослідження. Широкі перспективи гідродинамічної характеристики озерних ділянок водосховищ відкриваються при використанні методів гідравлічного і математичного моделювання течій. В екологічній гідрології континентальних водойм моделювання циркуляцій вод використовується досить успішно з 80-90 років минулого століття. Нами для водойм України, у тому числі для дніпровських водосховищ [2–4, 9], застосовується гідродинамічна модель, в якій використано метод повних

потоків, адаптований для випадку малих глибин [1, 6, 10]. Нагадаємо, що при моделюванні в якості вихідної інформації можна одержати розподіл по акваторії функцій токів (витрат води) та вектори течій на будь-яких горизонтах або осереднені по вертикалі. При цьому враховуються практично всі фактори генерації течій та умови у водоймах (відтік і притік води ззовні, напрям та швидкість вітру, морфометрія, конфігурація і опірність ложа).

Для виділення транзитних і нетранзитних зон на водосховищах Дніпровського каскаду здійснено моделювання течій в кожному з них вказаним методом в штилеву погоду. Основним генератором переміщення водних мас у водосховищах в таких ситуаціях є попуски ГЕС і надходження води з притоку, тобто стокові течії. Саме при таких умовах на схемах можна виділити зони, де транзитний стік вкрай незначний.

В якості критерію при встановленні меж між транзитними і нетранзитними зонами нами прийнято умову – через останні транспортується не більше 1% стоку. Практично, межами зон при цьому стають ізолінії функцій токів, які складають 0,5 і 99,5% від загальної транзитної витрати води. Цей критерій умовний, але його правомірність підтверджується побічно результатами співставлення багатьох гідрофізичних, гідрохімічних і гідробіологічних показників водних мас у вказаних зонах. У них дійсно відмічаються принципово різні умови формування якості водного середовища і функціонування біотичних компонентів екосистем.

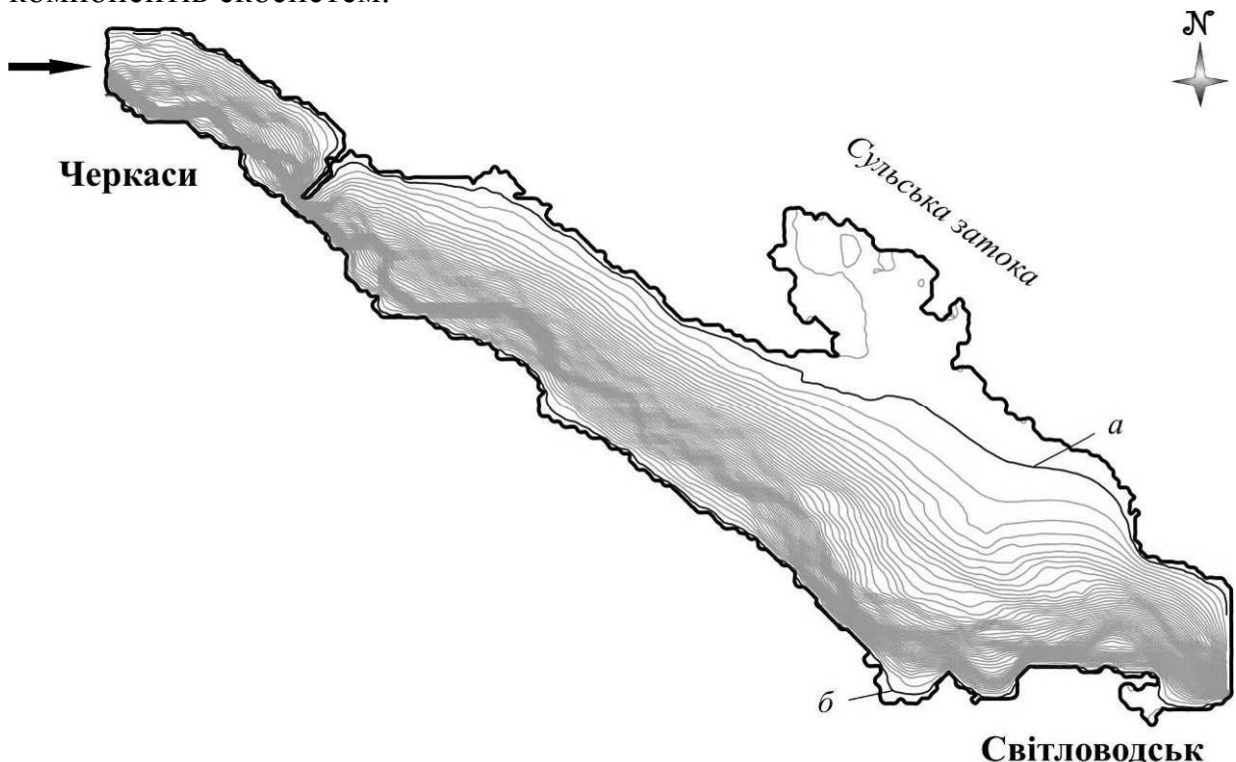


Рис. 1. Еколого-гідродинамічне районування озерної ділянки Кременчуцького водосховища: *a* – ліва межа транзитної зони (лінія току $3,5 \text{ м}^3/\text{с}$ – 0,5% транзитного стоку); *b* – права межа (лінія току $695,5 \text{ м}^3/\text{с}$ – 99,5% транзитного стоку)

Критерій 1%-ного стоку по нетранзитних зонах правомірний і для еколого-гідродинамічного районування річкових ділянок дніпровських водосховищ. На рис. 1 для ілюстрації технології визначення меж між транзитними і нетранзитними зонами озерних ділянок наведено схему течій в Кременчуцькому водосховищі в безвітряну погоду за транзитного стоку $700 \text{ м}^3/\text{с}$.

Потрібно відмітити, що межі між еколого-гідродинамічними зонами практично не переміщуються. Контрольні розрахунки показують, що на жодному з дніпровських водосховищ зміна площ нетранзитних зон при природному коливанні стоку не перевищує 1–3%. Це менше допустимих похибок самих спостережень і розрахунків.

Результати дослідження. Схеми здійсненого за вищевикладеними принципами еколого-гідродинамічного районування дніпровських водосховищ наведено на рис.2.

Таблиця. Морфометричні характеристики еколого-гідродинамічних (транзитних і нетранзитних) зон дніпровських водосховищ

Водосховище	Ділянка	Межі ділянки (км від верхів'я)	Площа водного дзеркала (F), км^2		Середня глибина (h), м		Об'єм (V), км^3		
			Т	Н	Т	Н	Т	Н	всього
Київське	в цілому	0-110	509	379	5,30	1,70	2,70	0,64	3,34
Канівське	річкова	0-43	30	23	6,20	3,30	0,19	0,08	0,27
	озерна	43-150	404	147	5,29	2,72	2,14	0,40	2,54
	в цілому	0-150	434	170	5,36	2,80	2,33	0,48	2,81
Кременчуцьке	річкова	0-46	37	88	4,50	2,30	0,17	0,20	0,37
	озерна	46-165	1471	571	6,56	6,08	9,66	3,48	13,14
	в цілому	0-165	1508	659	6,51	5,58	9,82	3,68	13,50
Дніпродзержинське	річкова	0-35	15	47	5,33	1,40	0,08	0,04	0,12
	озерна	35-122	128	377	9,16	3,05	1,17	1,15	2,32
	в цілому	0-122	143	424	8,76	2,80	1,25	1,19	2,44
Запорізьке	річкова	0-46	30	93	7,17	0,54	0,22	0,05	0,27
	озерна	46-129	116	171	22,28	2,75	2,58	0,47	3,05
	в цілому	0-129	146	264	19,10	1,97	2,80	0,52	3,32
Каховське	річкова	0-32	31	95	5,74	2,99	0,18	0,28	0,46
	озерна	32-213	1729	294	9,18	6,31	15,88	1,86	17,74
	в цілому	0-213	1760	389	9,12	5,50	16,06	2,14	18,20
Каскад	річкова	202*	143	346	5,87	1,88	0,84	0,65	1,49
	озерна	687*	4357	1939	7,83	4,13	34,13	8,00	42,13
	в цілому	0-889	4500	2285	7,78	3,78	34,97	8,65	43,62

Примітка: * – загальна довжина ділянок, км
Т – транзитна, Н – нетранзитна

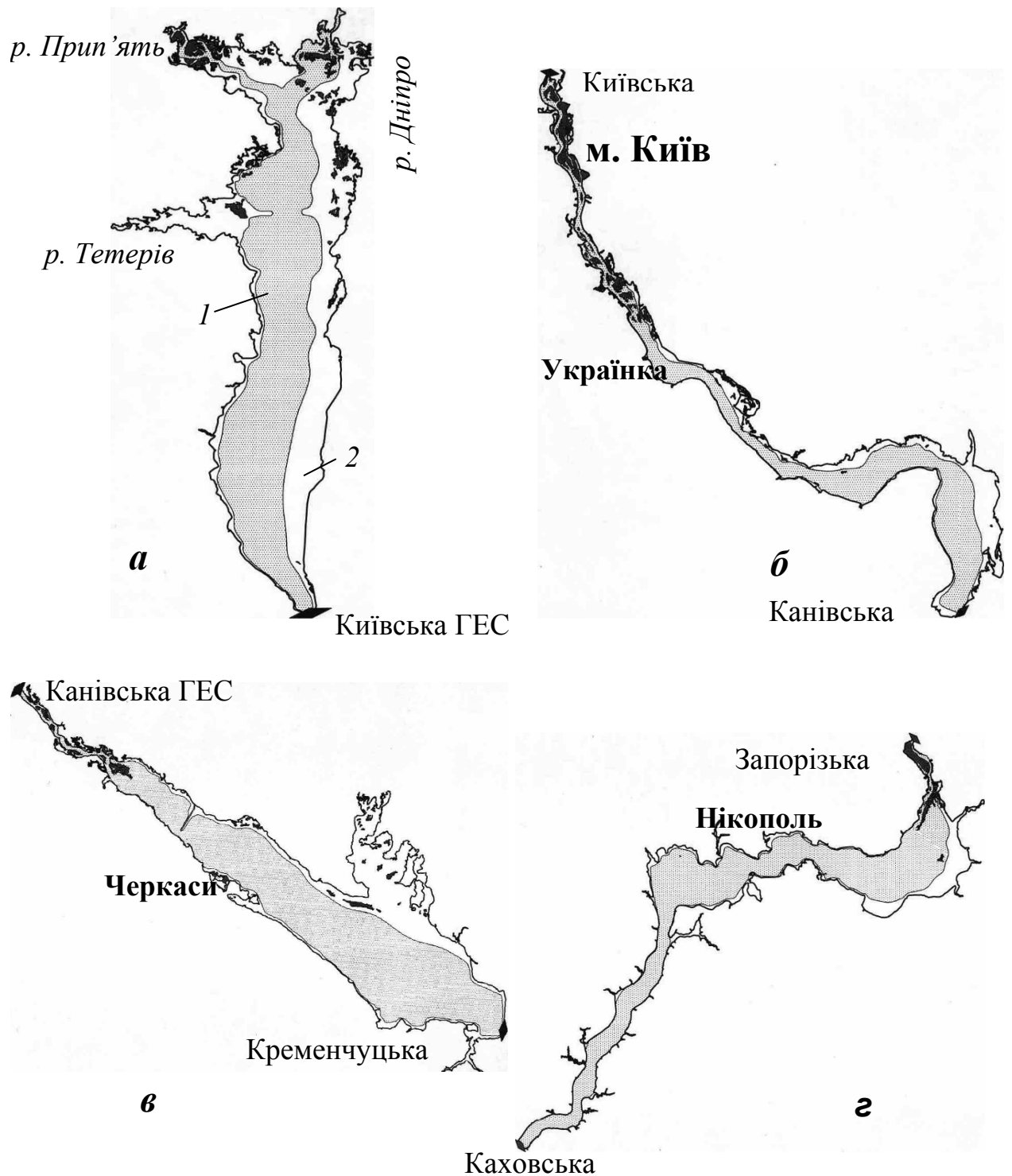


Рис.2. Еколого-гідродинамічне районування Київського (а), Канівського (б), Кременчуцького (в) та Каховського (з) водосховищ. 1 – транзитна зона, 2 – нетранзитна зона.

Основні морфометричні характеристики еколого-гідродинамічних зон річкових і озерних ділянок всіх шести дніпровських водосховищ наведено в таблиці. Згідно з її даними, транзит стоку Дніпра по каскаду водосховищ здійснюється по акваторії, що складає 4500 км². Нетранзитними є 2285 км² водного простору, що перевищує третину загальної площі водного дзеркала. В транзитних зонах міститься 34,8 км³ води (81% від загального об'єму водосховищ), в нетранзитних – 8,1 км³ (19%).

Відмічене вище дозволяє уточнити екологічно значущий гідрологічний показник каскаду Дніпровських водосховищ – його проточність. Раніше час добігання водних мас по каскаду при середній водності Дніпра оцінювався нами в 354 доби [3, 4]. За високої водності річки він міг зменшитись до 220 діб, за низької – збільшитись до 583 діб. Якщо ж урахувати розглянутий нами факт переважного стоку річки по транзитних зонах, середній час добігання по каскаду стає рівним 280–285 добам. За високої водності Дніпра водні маси переміщуються по каскаду всього за 175 діб, тобто менше, ніж за півроку. Лише за дуже низької водності основна маса дніпровської води, що надходить до каскаду водосховищ, досягає гирла річки через рік.

Моделювання циркуляцій вод дозволило визначити інтенсивність перетоку водних мас через границі еколого-гідродинамічних зон озерних ділянок дніпровських водосховищ за різних гідрометеорологічних і техногенних умов, а також оцінити водообмінні процеси у кожній зоні [5].

Висновок. Автори мають упевненість в тому, що еколого-гідродинамічне районування каскадних долинних водосховищ, основане на використанні математичного моделювання динаміки вод, відкриє широкі можливості для оцінювання, прогнозування та управління екосистемами водойм і зокрема водосховищ долинного типу, до яких, як відмічалось, відносяться дніпровські.

Список літератури

1. *Вольцингер Н.Е.* Основные океанологические задачи теории мелкой воды / Н.Е. Вольцингер, Р.В. Пяковский. – Л. : Гидрометеиздат, 1968. – 299 с.
2. *Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / Денисова А.И., Тимченко В.М., Нахшина Е.П. и др.* – К. : Наук. думка, 1989. – 216 с.
3. *Тимченко В.М.* Экологическая гидрология днепровских водохранилищ / В.М. Тимченко // ГБЖ. – 2006. – 42, №3. – С. 81–96.
4. *Тимченко В.М.* Экологическая гидрология водоёмов Украины / В.М. Тимченко. – К. : Наук. думка, 2006. – 384 с.
5. *Тимченко В.М.* Водообменные процессы как фактор формирования биотического баланса и потоков энергии в экосистемах днепровских водохранилищ / В.М. Тимченко // ГБЖ. – 2010. – 42, №3. – С. 81–96.
6. *Фельзенбаум А.И.* Теоретические основы и методы расчета установившихся морских течений / А.И. Фельзенбаум. – М. : Изд-во АН СССР, 1960. – 234 с.
7. *Чеботарёв А.И.* Гидрологический словарь / А.И. Чеботарева. – Л. : Гидрометеиздат, 1964. – 156 с.
8. *Эдельштейн К.К.* Структурная гидрология суши / К.К.Эдельштейн. – М. : ГЭОС, 2005. – 316 с.
9. *Dubnyak S.* Ecological role of hydrodynamic processes in the Dnieper reservoirs / Dubnyak S., Timchenko V. // Ecological Engineering. – 2000. – 16. – P. 181–188.
10. *Lin Shino-Kung.* Multidimensional numerical modeling of estuaries and coastal seas / Lin Shino-Kung, I.I. Leedertse // Adv. Hydrosci. – 1978. – 11. – P. 76–88.
11. *Timchenko V.* Ecosystem condition and water quality control at impounded sections of rivers by the regulated hydrological regime / V. Timchenko, O. Oksiyuk // Ecohydrology and Hydrobiology. – 2002. – (1-4). – P. 259 – 264.

Еколого-гідродинамічне районування каскадних долинних водосховищ Тімченко В.М., Тімченко О.В., Гуляєва О.А., Холодько О.П., Вандюк Н.С.

Запропоновано еколого-гідродинамічне районування водосховищ дніпровського каскаду, в основі якого лежить облік різниці генезису і показників динаміки водних мас.

Ключові слова: Дніпровські водосховища; еколого-гідродинамічне районування.

Эколого-гидродинамическое районирование каскадных долинных водохранилищ

Тимченко В.М., Тимченко О.В., Гуляева О.А., Холодько О.П., Вандюк Н.С.

Предложено эколого-гидродинамическое районирование водохранилищ днепровского каскада, в основе которого лежит учёт разницы генезиса и показателей динамики водных масс.

Ключевые слова: Днепровские водохранилища; эколого-гидродинамическое районирование.

The ecological and hydrodynamic regionalization of the valley cascade

Timchenko V.M., Timchenko O.V., Huliaieva O.A., Holod'ko O.P., Vandiuk N.S.

The ecological and hydrodynamic regionalization of the Dnieper cascade has been offered. It bases on taking difference of genesis and dynamic parameters of water masses.

Keywords: Dnieper reservoirs; ecological and hydrodynamic regionalization.

Надійшла до редколегії 05.02.10

УДК (556.55+574.5):627.8

Дубняк С.С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ЕКОЛОГО-ГІДРОМОРФОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА РОЗМЕЖУВАННЯ МІЛКОВОДНОЇ І БЕРЕГОВОЇ ЗОН ВЕЛИКИХ РІВНИННИХ ВОДОСХОВИЩ

Ключові слова: водна екосистема, екотон, гідроморфологічні залежності, водосховище, мілководдя, узбережжя, межі екосистем

Постановка проблеми. Кожне велике рівнинне водосховище можна розглядати як гетерогенну водну екосистему озерно-річкового типу [1, 2], що утворилась на місці річки чи озера внаслідок підпору води штучними спорудами (греблями, дамбами). Ця екосистема складається з власне водної екосистеми, що поділяється на озероподібну та річкоподібну області, та екотону – зони взаємовпливу водних мас водосховища і прилеглої суші – водоохоронної зони. Остання включає смуги ерозійної активності та підтоплення земель і берегову смугу (узбережжя). В межах озероподібної області водосховища пропонується [1, 2] виділяти зону мілководь, глибоководну і перехідну між ними зони, які аналогічні, з певними припущеннями, зонам літоралі, субліторалі і профундалі озер [1, 3].

Не вдаючись в подробиці еколого-гідроморфологічного аналізу структурно-функціональної будови водосховища, які розкриті в інших наших працях [2, 4 та ін.], слід відзначити, що найскладнішою при цьому є проблема ідентифікації зони мілководь і берегової зон водосховищ та визначення їх меж в умовах коливання рівнів води, що і є предметом даної статті.