

ЗАГАЛЬНА ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 581.9:581.526.32:574.63

Т.М. ДЬЯЧЕНКО, к. б. н., ст. наук. співроб., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна,
e-mail: t_dyachenko@ukr.net

Л.М. ЗУБ, к. б. н., ст. наук. співроб., зав. лаб.,
Інститут еволюційної екології НАН України,
вул. Академіка Лебедева, 37, Київ, 03143, Україна,
e-mail: lesyazub2@gmail.com

О.В. ТОМЧЕНКО, к. т. н., наук. співроб.,
«Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі» Інституту геологічних наук
НАН України,
вул. Олеся Гончара, 55-Б, Київ, 01601, Україна,
e-mail: tomch@i.ua

ТРАНСФОРМАЦІЯ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ МІЛКОВОДНИХ ОСЕЛИЩ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС ВНАСЛІДОК ЇЇ СПУСКУ¹

Робота присвячена ретроспективному аналізу трансформації мілководних оселищ водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС внаслідок її спуску (2014—2020 рр.) та відповідних змін, що відбулися у флористичній і ценотичній структурі фіталі, за допомогою традиційних гідроботанічних досліджень та засобів дистанційного зондування Землі. Охарактеризовано піонерні стадії заростання новоутворених оселищ, проаналізовано трансформації структури заростей макрофітів за шість років.

Ключові слова: Чорнобильська АЕС, водойма-охолоджувач, мілководні оселища, рослинний покрив.

Водойма-охолоджувач Чорнобильської атомної електростанції (далі — ВО ЧАЕС) — штучний водний об'єкт, створений у межах правобережної заплави р. Прип'яті (басейн р. Дніпро) (рис. 1). Водойма наповнена у

¹ Дослідження виконано в рамках підготовки ТЕО зняття з експлуатації водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС на замовлення Інституту проблем безпеки атомних електростанцій НАН України, а також за підтримки ДСП «Чорнобильська АЕС» при виконанні НДР «Гідробіологічні спостереження при знятті з експлуатації водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС» (№ держ. реєстрації 0113U000933, 0116U000868, 0118U004065).

Ц и т у в а н н я: Дьяченко Т.М., Зуб Л.М., Томченко О.В. Трансформація рослинного покриву мілководних оселищ водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС внаслідок її спуску. *Гідробіол. журн.* 2021. Т. 57. № 4. С. 3—16.

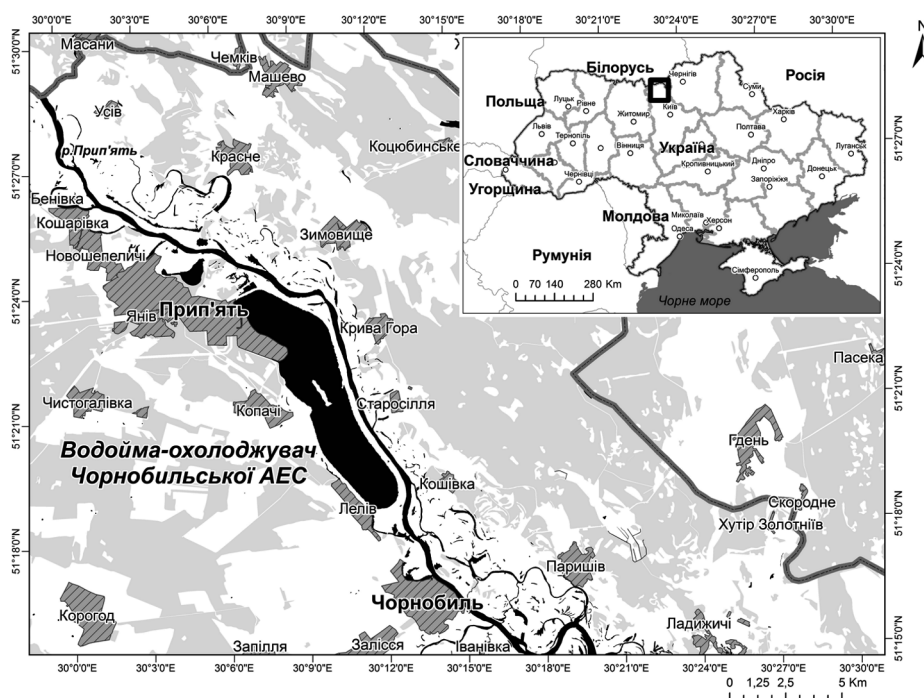


Рис. 1. Карта-схема розташування ВО ЧАЕС

1976 р. та введена в експлуатацію у 1977 р., з початком пуску першого енергоблоку. У 1981 р. її площу збільшили з 12,7 км² до 22,9 км². З того часу у ВО крім холодної і теплої частин, розділених струмененаправляючою дамбою з островом, розрізняли «стару» і «нову» (добудовану) частину (рис. 2). Це була досить глибока водойма з середньою глибиною 6,0—6,5 м, на ділянках старого річища, заплавлених водойм і піщаного кар'єру глибина досягала 18—20 м. У донних відкладах переважали піски різного ступеня замулення, зустрічались також трансформовані первинні ґрунти і мули. Підживлення ВО здійснювалось з р. Прип'яті за допомогою насосної станції, з підтриманням рівня води в середньому на 7 м вище за рівень води у річці.

Лише 5 % площі ВО склали мілководні біотопи, придатні для заселення макрофітами; заростання відбувалось поступово, за рахунок банку діаспор затоплених та прилеглих заплавлених ділянок. У перші роки після заповнення через бідні поживними речовинами донні відклади макрофіти розвивались тут досить слабо [1]. Подальші сукцесії відбувались як під впливом комплексу техногенних факторів, пов'язаних із роботою АЕС, так і природним шляхом.

Майже за 30 років існування ВО рослинні комплекси мілководь пройшли шлях від флористично збіднених, фрагментарних та розріджених заростей (площа яких не перевищувала 1 га) перших років до сфор-

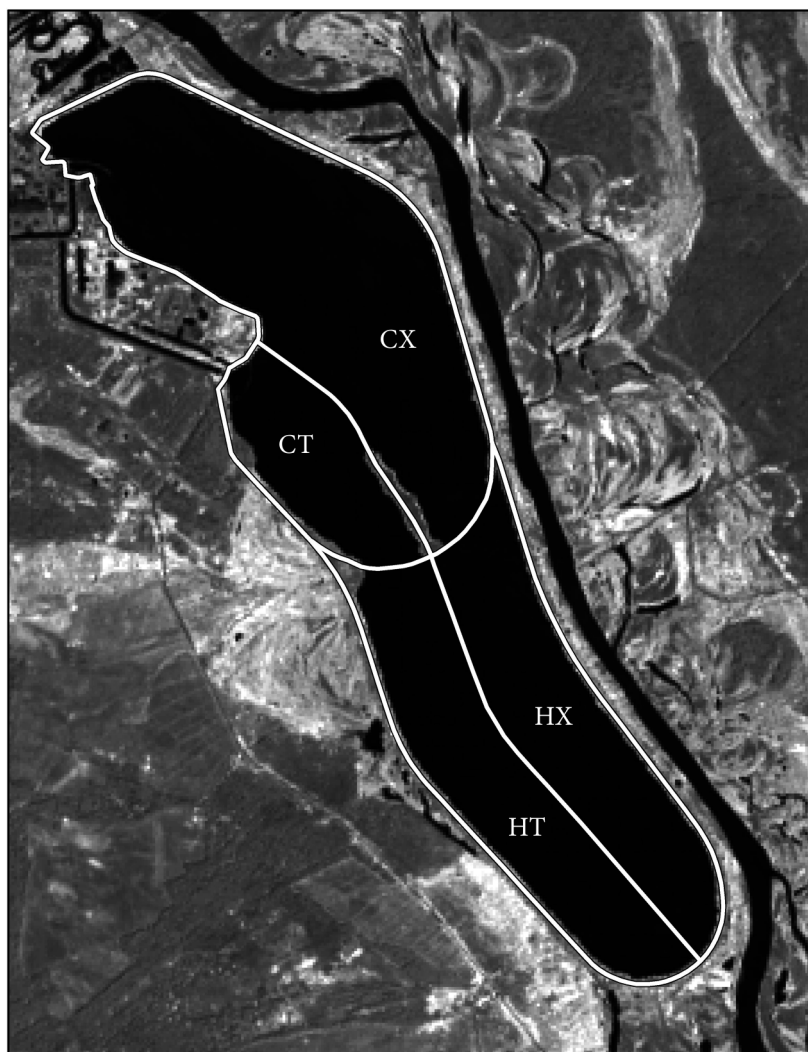


Рис. 2. Схема районування ВО на космічному знімку Landsat 8 станом на 2014 р.: СХ — «стара» холодна (північно-східна); СТ — «стара» тепла (північно західна); НХ — «нова» холодна (південно-східна); НТ — «нова» тепла (південно-західна) частини

мованих багатовидових ценозів [2]. Видовий склад макрофітів за цей час збільшився втричі, а площа заростей — у 80 разів. У СХ частині водойми максимальну площу займали гелофіти, у СТ та нових частинах — гідрофіти та нитчасті водорості. Впродовж останніх десяти років існування ВО (2003—2013 рр.) площа гелофітів збільшилась на 16 га, в той же час відбулось різке зменшення заростей гідрофітів (у 7,5 раза) і нитчастих водоростей (у 4 рази), продукція макрофітів зросла майже на 1000 т, переважно за рахунок повітряно-водної рослинності [4].

Закриття ЧАЕС супроводжувалось проведенням комплексу робіт щодо виведення із експлуатації устаткування та систем станції. Після зу-

пинки останнього енергоблока водойма практично втратила своє функціональне призначення. Наприкінці 2014 р. було припинено постачання води із р. Прип'яті, почалося зниження рівня води, а вже влітку 2018 р. площа акваторії ВО зменшилась наполовину. Паралельно відбулась повна перебудова оселищної структури мілководь на даній території і, відповідно, їхньої фітоценотичної структури.

Матеріал і методика досліджень

Об'єктом натурних досліджень стали зарості макрофітів на мілководдях водойм-залишків ВО ЧАЕС. Обстеження проводили у 2014—2018 рр. загальноприйнятими гідроботанічними методами [3]. Експедиційні виїзди проводили в другу декаду травня, другу декаду липня — першу декаду серпня і третю — жовтня. Навесні досліджували стан очеретяних заростей і масових видів, які з'являлись на осушеній літоралі. Влітку вивчали водну рослинність і доміанти осушених акваторій.

Оцінку трансформації структури новоутворених на місці ВО оселищ проведено шляхом дешифрування ретроспективного ряду космічних знімків 2014—2020 гг. (Landsat-8 за 2014 р. та Sentinel-2 — з 2015 по 2020 р.). Дати знімків з просторовим розрізненням 30 м/піксель підбирались на період масового розвитку макрофітів (липень — серпень). Для обробки та інтерпретації даних дистанційного зондування (далі — ДЗ) було використано програмний пакет Erdas Imagine 2011 (Leyca Geosystem Inc.) та ArcGis, QGis. Класифікацію різноманітних типів об'єктів, що відображені на знімках, було виконано з використанням піксельно-орієнтованого класифікатора, побудованого на штучних нейронних мережах [5, 6], де входними ознаками є дані спектральних каналів, а також значення нормалізованого вегетаційного (*NDVI*) та водного (*NWI*) індексів. Як дешифрувальні ознаки використано спектральні яскравості, що відображають поверхні виділених класів [7, 8]. Для оцінки площ новоутворених оселищ використано процедуру тематичної обробки даних ДЗ, результатом якої стали карти типів оселищ. Загалом було виділено чотири класи відбиваючих поверхонь, що відповідають чотирьом типам оселищ (рис. 3): трьом аквальним (глибоководні акваторії, мілководдя (з глибинами до 2 м) незарослі та мілководдя, зарослі угрупованнями макрофітів) і одному прибережному — новоутворені ділянки суші. Класифікацію рослинних угруповань проводили з використанням системи одиниць, розробленої в країнах Центральної Європи [9, 10].

Результати та їх обговорення

До початку виведення з експлуатації ВО ЧАЕС проіснував близько 40 років. Зарості його мілководних ділянок та узбережжя мали досить розвинену структуру. Тривали рослинні сукцесії [4].

Внаслідок виведення ВО з експлуатації рівень води до травня — жовтня 2016 р. знизився приблизно на 3,5 та 4,5 м, а до травня 2018 р. — на 5,0 м. Єдине плесо водойми почало розбиватись на кілька відокремлених

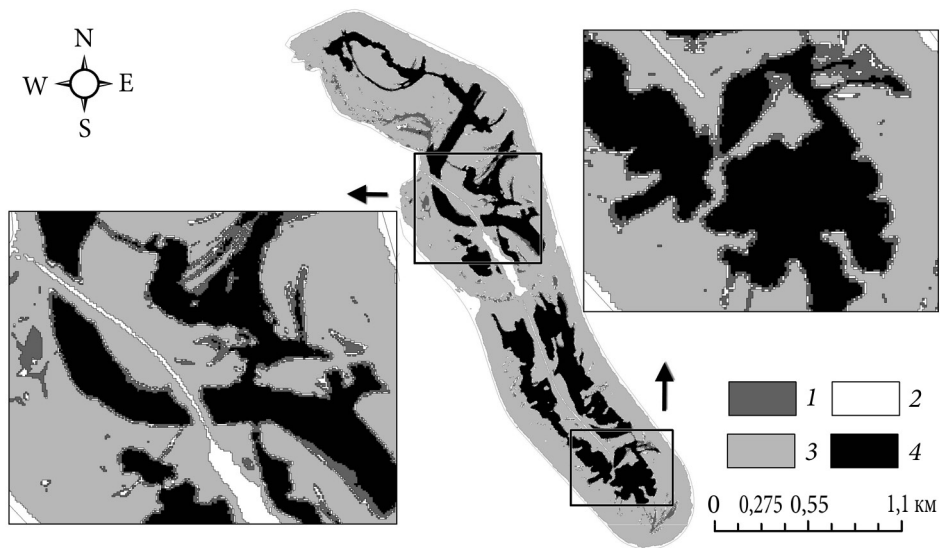


Рис. 3. Приклад дешифрування космічного знімка за 2020 р. зі збільшеними фрагментами карти, де типи оселищ: 1 — мілководдя незарослі; 2 — мілководдя, зарослі угрупованнями макрофітів; 3 — новоутворені ділянки суші; 4 — глибоководні акваторії

один від одного водних об'єктів (водойм-залишків) різноманітної форми і глибини (рис. 4).

Це призвело до осушення значних площ колишніх мілководних та глибоководних (понад 2 м) ділянок, донні відклади яких були представлені черепашковим піском різного ступеню замулення чи багат шаровими покладами мушель молюсків родин *Unionidae* та *Dreissenidae* із замуленим піском чи мулом під ними. Відбулося різке (у випадку гідрофітів) чи поступове (для повітряно-водних рослин) відмирання фітоценозів мілководь.

Більшість (66 %) новоутворених аквальних оселищ глибоководні (>2,0 м). Загальна площа територій, які було осушено, на 2020 р. склала ~14,8 км², тобто 2/3 площі акваторій 2013 р. (табл. 1).

У часовому аспекті осушення ложа водойми і збільшення площ наземних біотопів відбувалось поступово і нерівномірно (рис. 5). У перші роки спрацювання рівня ВО (2014—2015 рр.) трансформації зазнали по 10 % площ акваторій. Найбільші зміни структури ложа ВО спостерігались у 2016 р., коли площі осушених ділянок подвоїлись і склали 35 % загальної площі колишнього ложа ВО.

Перерозподіл основних площ між сушею і водою закінчився утворенням водно-болотного комплексу досить строкатої структури, трансформація якого триває і зараз за рахунок проходження природних дему-таційних процесів. Новоутворені водойми-залишки характеризуються великими площами біотопів, які придатні для розвитку макрофітів: на

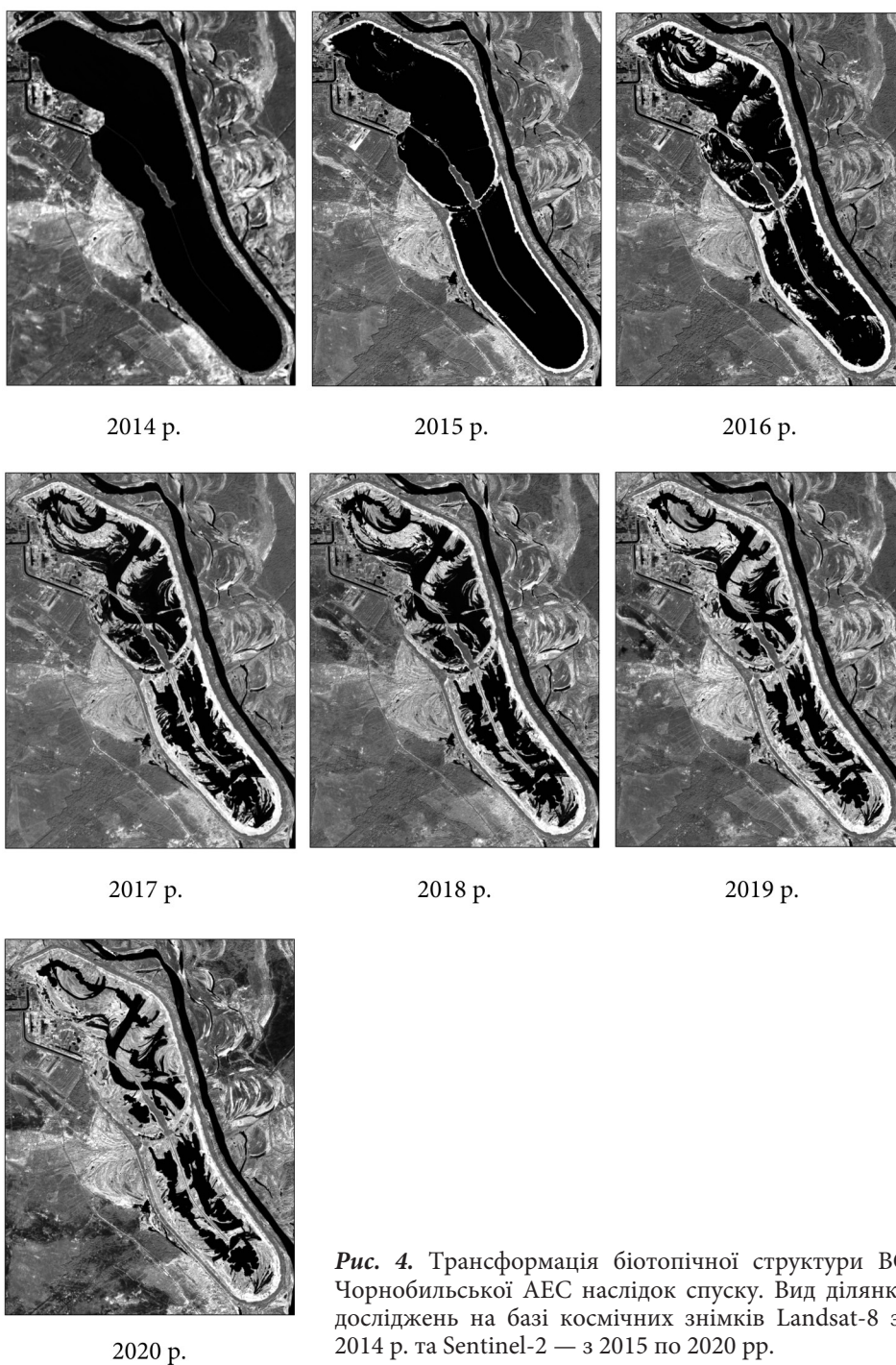


Рис. 4. Трансформація біотопічної структури ВО Чорнобильської АЕС наслідок спуску. Вид ділянки досліджень на базі космічних знімків Landsat-8 за 2014 р. та Sentinel-2 — з 2015 по 2020 рр.

противагу ВО, де мілководдя займали лише 5 % акваторій, у структурі сучасних акваторій більш як третина площ (~34 %, тобто 2,55 км²) — мілководна.

За результатами дешифрування космічних знімків, менше третини площ сучасних мілководних біотопів водойм-залишків ВО заростають макрофітами (див. табл. 1). Сучасні зарослі площі водойм-залишків становлять $\sim 0,7 \text{ км}^2$ (17 % загальної площі сучасних акваторій). Ця величина постійно змінюється: якщо у 2018 р. площа фіталі складала 73 % існуючих на той час мілководних ділянок, то маловодні 2019 та 2020 рр. призвели до скорочення площ мілководь на третину, а фіталі — майже у 4 рази. Основні площі мілководь (74 %, $1,9 \text{ км}^2$) сформовані в СХ частині ВО, саме тут і зосереджені основні зарості макрофітів (рис. 6).

Різкий спуск ВО викликав, з одного боку — відмирання постійних угруповань макрофітів на звичних площах, з іншого — виникнення цілого спектру нових, придатних для заселення рослинністю біотопів. Все це супроводжувалось якісними і кількісними змінами в зарослевій зоні мілководь.

Сучасна гетерогенність біотопів призвела до зростання флористичного багатства макрофітів (табл. 2). На новоутворених водоймах-залишках ВО за період досліджень загалом відмічено 26 видів макрофітів, на противагу 21 виду, що фіксувались у 2013 р. Більшість видів сучасної флори (73 %, 19 видів) — справжні водні рослини (гідрофіти). Переважають види бореального комплексу, третину складають плюризональні види-космополіти.

Новими для флори водойми є дев'ять видів: *Batrachium foeniculaceum*, *Ceratophyllum submersum*, *Potamogeton compressus*, *P. crispus*, *P. natans*, *P. trichoides*, *Eleocharis palustris*, *Trapa natans*, *Typha laxmannii*. Таке збільшення видового складу макрофітів можемо інтерпретувати як відновлення природної флори заплавних комплексів р. Прип'яті. Не вдалося під-

Таблиця 1

Ретроспективний аналіз площ основних типів мілководних біотопів, сформованих після спуску ВО у різні роки (за даними ДЗ)

Типи біотопів	Площа, км ²				Частка від загальної площі, %			
	2014	2016	2018	2020	2014	2016	2018	2020
Акваторії	21,64	14,4	11,43	7,48	97,1	64,6	51,3	33,6
глибоководні ділянки	20,41	10,28	7,67	4,93	91,6	46,1	34,4	22,1
мілководдя (глибини до 2 м)	1,23	4,12	3,76	2,55	5,5	18,5	16,9	11,5
мілководдя незарослі	0,78	1,50	1,02	1,84	3,5	6,7	4,6	8,3
мілководдя зарослі	0,45	2,62	2,74	0,71	2,0	11,8	12,3	3,2
Ділянки новоутвореної суші	0,64	7,88	9,15	14,8	2,9	35,4	48,7	66,4
ВСЬОГО:	22,28				100			

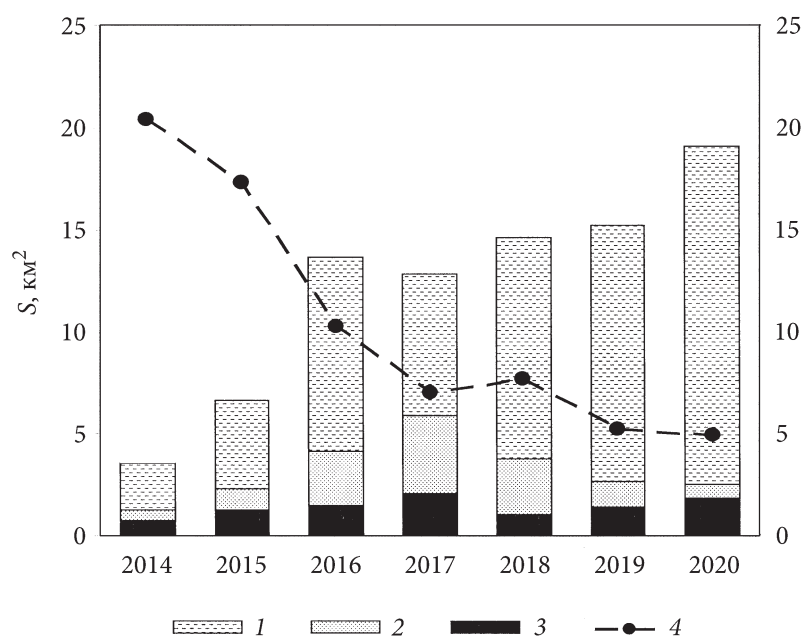


Рис. 5. Трансформація біотопічної структури акваторії ВО за 2014—2020 рр.: 1 — оселища новоутворенної суші; 2 — мілководдя зарослі; 3 — мілководдя незарослі; 4 — глибоководні ділянки

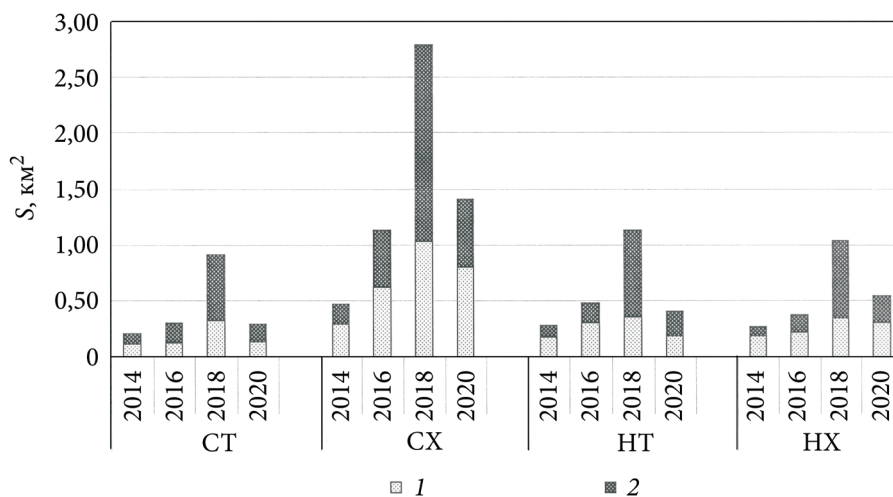


Рис. 6. Динаміка біотопічної структури мілководь ВО за період досліджень: 1 — мілководдя незарослі; 2 — мілководдя зарослі

твердити в сучасній флорі водойми сім видів (*Acorus calamus*, *Glyceria maxima*, *Persicaria amphibia*, *Lemna trisulca*, *Salvinia natans*, *Spirodela polyrrhiza*, *Hydrocharis morsus-ranae*), які наводились для 2013 р.

Таблиця 2

Видовий склад макрофітів ВО та його водойм-залишків у різні роки

Види	1989 р.	2003 р.	2013 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.
Гелофіти						
1. <i>Acorus calamus</i> L.	—	—	+	—	—	—
2. <i>Butomus umbellatus</i> L.	+	—	+	—	+	—
3. <i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult.	—	—	—	—	+	+
4. <i>Glyceria maxima</i> (C. Hartm.) Holmb.	+	+	+	—	—	—
5. <i>Iris pseudacorus</i> L.	—	—	+	—	+	+
6. <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	+	+	+	+	+	+
7. <i>Scirpus lacustris</i> L.	—	+	+	—	+	+
8. <i>Typha angustifolia</i> L.	+	+	+	+	+	+
9. <i>T. latifolia</i> L.	+	—	+	+	+	+
10. <i>T. laxmannii</i> Lepech.	—	—	—	—	+	+
Гідрофіти						
11. <i>Batrachium foeniculaceum</i> V. Krecz.	—	—	—	+	+	+
12. <i>Caulinia minor</i> (All.) Coess. et Germ.	—	—	+	—	+	—
13. <i>Ceratophyllum demersum</i> L.	+	+	+	+	+	+
14. <i>C. submersum</i> L.	—	—	—	—	+	—
15. <i>Elodea canadensis</i> Michx.	+	—	—	+	+	—
16. <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	—	—	+	—	—	—
17. <i>Lemna minor</i> L.	+	—	+	—	+	—
18. <i>Lemna trisulca</i> L.	—	—	+	—	—	—
19. <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	—	+	+	+	+	+
20. <i>Najas marina</i> L.	—	+	+	+	+	—
21. <i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith.	—	+	+	—	+	—
22. <i>Persicaria amphibia</i> (L.) S.F. Gray.	—	—	+	—	—	—
23. <i>Potamogeton crispus</i> L.	—	—	—	+	+	—
24. <i>P. compressus</i> L.	—	—	—	—	+	—
25. <i>P. gramineus</i> L.	—	+	—	—	—	+
26. <i>P. lucens</i> L.	—	+	—	—	+	—

Продовження табл. 2

Види	1989 р.	2003 р.	2013 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.
27. <i>P. natans</i> L.	—	—	—	—	+	—
28. <i>P. pectinatus</i> L.	+	+	+	—	+	—
29. <i>P. perfoliatus</i> L.	—	+	+	+	+	—
30. <i>P. trichoides</i> Cham. et Schlecht.	—	—	—	—	+	—
31. <i>Salvinia natans</i> (L.) All.	—	—	+	—	—	—
32. <i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	—	—	+	—	—	—
33. <i>Trapa natans</i> L.	—	—	—	+	+	+
Всього	9	12	21	11	25	12

Випадіння із флори ВО комплексу вільноплаваючих рослин та вселення у водойму *Ceratophyllum submersum* та *Potamogeton trichoides* — видів — індикаторів води високої якості — можна трактувати як зміну її гідробіологічного режиму у 2016 р. в бік мезотрофних умов.

Формування рослинних комплексів новоутворених мілководь лише розпочинається і знаходиться на перших стадіях існування тимчасових угруповань, розвиток яких носить, зазвичай, спалахоподібний характер.

Особливістю сучасного заростання акваторій є надзвичайно малі площі, зайняті угрупованнями гелофітів, для формування яких необхідний тривалий період. Повністю зникли зімкнуті зарості високотравних гелофітів (угруповання асоціацій *Calistegio-Phragmitetum* V.Golub.et Mirkin 1986, *Phragmitetum communis* (Gams.1927)Schale 1939, *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953, *Typhetum latifoliae* G.Lang.1973, *Scirpetum lacustris* Schmale 1939, *Glycerietum maximae* Hueck 1931), які у 2013 р. облямовували ВО чи зустрічались у ній. Сформовані угруповання повітряно-водних рослин (як високо-, так і низькотравних) на межі урізу води та на перезволожених ділянках відсутні по всьому периметру ВО. Розріджені ценози гелофітів трапляються лише на суходільних ділянках узбережжя в гідрофітних та гігро-мезофітних умовах. Зарості високотравних повітряно-водних рослин з болотним різнотрав'ям і домінуванням *Typha angustifolia* та *T. latifolia* спостерігаються фрагментарно вздовж берега старої частини ВО. Загалом, частка повітряно-водних рослин у загальній площі заростей макрофітів незначна ~4 %; зосереджені вони, переважно, у СХ частині.

Мілководдя заростають дуже слабо. Більшість сучасних фітоценозів тут формують гідрофіти, їхні зарості формуються вздовж узбережжя водойми та численних плес-залишків ВО, зазвичай не заходячи на глибини більше 0,5 м. Вони також розріджені, фрагментарні. Більша частка заростання мілководь та щільніший склад заростей характерні «внутрішнім» мілководдям ВО: мілководдям вздовж центральної дамби водойми, внутрішнім приострівним мілководдям, мілководним протокам.

Змінилась і ценотична структура: на мілководдях сучасних водойм-залишків ВО формується сім ценозів вищих водних рослин рангу асоціації у понятійних шкалах Браун-Бланке (табл. 3).

У перші роки після спрацювання ВО (2015—2016 рр.) на мілководдях масово розвивались угруповання занурених рослин, переважно *Myriophylletum spicati* і *Ceratophylletum demersi*, з нитчастими водоростями (останні відзначалися значним розвитком і високою фітомасою, що свідчило про високий вміст біогенних елементів у воді). У районі водовипуску у СТ частині на прибережних мілководдях сформувався комплекс заростей макрофітів з домінуванням *Trapa natans*. Вид формував другий пояс у заростях *Typha angustifolia* у вигляді фрагментарних плям із ЗПП до 100 %.

2017 р. — період найбільшого видового та ценотичного багатства макрофітів: на мілководдях фіксувалось 25 видів і 6—8 ценозів рангу асоціації. Домінуючими комплексами були зміннодомінантні розріджені (ЗПП 40—50 %) угруповання *Myriophyllum spicatum* та *Elodea canadensis*.

Таблиця 3

Синтаксономічна структура макрофітної рослинності водойм-залишків ВО

Асоціації	ЗПП, %	Кількість видів	ПП домінантів, %	ПП інших видів, %	Глибина поширення, м	Донні відклади
Клас Lemnetea R.Тх. 1955						
1. <i>Ceratophylletum demersi</i> (Soo 1928) Egger 1933	60—80	3—5	40—60	5—10	0,3—0,5	зп
2. <i>Ceratophylletum submersi</i> Soo 1928	80—90	5—7	40—50	20—30	0,3—0,5	п, зп
Клас Potametea Klika in Klika et Novak 1941						
3. <i>Elodeetum canadensis</i> Egger 1933	50—70	2—3	30—60	5—10	0,5—1,0	п, зп
4. <i>Myriophylletum spicati</i> Soo 1927	40—60	3—5	40—50	5—10	0,5—1,5	зп
5. <i>Potametum trichoidis</i> Freitag, Markus, Schwippl 1958	50—60	5—10	20—30	20—30	0,3—0,5	п
Клас Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941						
6. <i>Typhetum angustifoliae</i> Pignatti 1953	60—80	4—6	50—70	5—10	0,0—0,3	зп
7. <i>Typhetum latifoliae</i> G.Lang. 1973	60—80	2—3	50—70	5—10	0,0—0,5	м, зп

Примітка. ЗПП — загальне проективне покриття фітоценозу; ПП — проективне покриття окремого виду; п — пісок; зп — замулений пісок; м — мул.

Як домішки, з постійним траплянням, у фітоценозах фіксувались *Potamogeton pectinatus* та *Ceratophyllum demersum*. У нових (південних частинах) колишньої ВО ценозоутворювачами також виступали *Potamogeton compressus*, *P. trichoides*, *Ceratophyllum submersum*, *C. demersum*. Фітоценози, що формувались, мали складну видову структуру (складалися з 6—10 видів макрофітів), формували мозаїчний тип заростей.

У 2018 р. спостерігалось значне видове та ценотичне збіднення заростей макрофітів: флористичні списки скоротились удвічі — було відзначено лише 12 видів (8 видів повітряно-водних рослин і 4 види гідрофітів) (див. табл. 2). Повністю випав домінантний комплекс 2017 р.: якщо у 2017 р. на кожній моніторинговій ділянці траплялось 3—5 видів макрофітів-ценозоутворювачів, то у 2018 р. такий вид був лише один — *Myriophyllum spicatum*, угруповання якого займали 96 % загальної площі зарослих мілководь (табл. 4).

Сформовані угруповання ас. *Myriophylletum spicati*, фітомаса яких може визначити продукційні показники водойми, у 2018 р. були поширені на всій площі мілководь, які дешифрувались на космічних знімках як «зарості».

Зникли минулорічні звичайні мезотрофні види-ценозоутворювачі — *Ceratophyllum submersum*, *Potamogeton trichoides*, *Elodea canadensis*. Решта видів гідрофітів траплялись спорадично і фітоценозів не утворювали. І якщо у 2017 р. характер заростання новоутворених мілководь на місці ко-

Таблиця 4

Динаміка домінантних комплексів макрофітів мілководь водойм-залишків ВО у 2017 і 2018 рр.

Ділянки ВО	СТ		СХ		НТ		НХ	
	2017 р.	2018 р.	2017 р.	2018 р.	2017 р.	2018 р.	2017 р.	2018 р.
Угруповання з домінуванням								
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ceratophyllum demersum</i>	—	—	+	—	+	—	+	—
<i>C. submersum</i>	—	—	—	—	—	—	+	—
<i>Elodea canadensis</i>	+	—	+	—	+	—	+	—
<i>Potamogeton trichoides</i>	—	—	—	—	+	—	+	—
<i>Typha angustifolia</i>	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>T. laxmannii</i>	+	—	+	—	+	—	—	—

лишніх акваторій ВО відповідав мезотрофному типу, то загальна картина заростання у 2018 р. проявила чіткі риси антропогенного евтрофування.

Висновки

Паралельно з припиненням подачі води з р. Прип'яті та виведенням із експлуатації ВО ЧАЕС відбулась повна перебудова оселищної структури водойми та, відповідно, ценотичної структури фіталі мілководь. Перерозподіл основних площ між сушею і водою закінчився утворенням низки нових оселищ досить мозаїчної структури, трансформація яких триває за рахунок проходження природних демутаційних процесів.

Новоутворені водойми-залишки характеризуються великими площами біотопів, які придатні для розвитку макрофітів. Рослинний покрив мілководь ВО на період її спуску слід розглядати як такий, що склався. Незначні якісні і кількісні зміни його структури пояснювались посиленням природних процесів евтрофікації водойми.

Спуск водойми призвів до осушення площ мілководних акваторій та різкого (у випадку гідрофітів) чи поступового (для повітряно-водних рослин) відмирання всіх існуючих мілководних фітоценозів. Формування флори і рослинності як акваторій, так і новостворених ділянок суші визначалось біотопічною структурою територій і було спрямоване на збагачення видового та ценотичного складу заростей макрофітів і відновлення рослинного заплавного комплексу.

Сучасний етап розвитку макрофітної рослинності новостворених мілководь знаходиться на стадії становлення і характеризується флуктуаційним характером якісних і кількісних показників. Його особливістю є перерозподіл ролі основних екологічних груп: превалюючі на ВО ценози гелофітів деградували, основну роль у заростанні новостворених водойм відіграють угруповання гідрофітів.

Загальна картина заростання новостворених мілководь проявляє риси антропогенного евтрофування.

Список використаної літератури

1. Горбик В.П. Растительность водоема-охладителя ЧАЭС. Гидроэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС. Киев : Наук. думка, 1992. С. 63—64.
2. Дьяченко Т.Н., Насвит О.И. Макрофиты водоема-охладителя Чернобыльской АЭС. *Гидробиол. журн.* 2005. Т. 41, № 3. С. 9—14.
3. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Ленинград : Наука, 1981. 187 с.
4. Dyachenko T.N., Kaglyan A.Ye. Dynamics of macrophytes of the cooling pond of the Chornobyl NPP before its removing from service. *Hydrobiol. J.* 2018. Vol. 54. N 2. P. 41—46.
5. Barrett D., Frazier A. Automated method for monitoring water quality using Landsat imagery. *Water*. 2016. Vol. 8. N 6. P. 257.
6. Protasov A.A., Barinova S.S., Novoselova T.N. et al. The heterogeneity of the abiotic and biotic components of techno-ecosystems: view from space and from the Earth. *Europ. Sci. J.* 2019. Vol. 15. N 3. P. 423—448.
7. Ouma Y.O. Advancements in medium and high resolution Earth observation for land-surface imaging: evolutions, future trends and contributions to sustainable development. ISSN 0375-8990. Гідробіологічний журнал. 2021. 57(4)

ment. *Advances in Space Res.* 2016. Vol. 57, N 1. P. 110—126. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2015.10.038>

8. Somvanshi S., Kunwar P., Singh N. et al. Integrated remote sensing and GIS approach for water quality analysis of gomti river, Uttar Pradesh. *Intern. J. Environ. Sci.* 2012. Vol. 3. P. 62—74.

9. Vegetace České republiky. 2013. Database. Vegetation Science Group, Mosaryk university. Brno. World-wide electronic publication. <http://www.sci.muni.cz/botany/veg-sci/dbase.php?lang=en>

10. Tomaszewicz H. Roslinnosc wodna i szuwarowa Polski. *Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego*. 1980. N 160. 324 p.

Надійшла 25.03.2021

T.M. Diachenko, PhD (Biol.), Senior Researcher, Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine,
e-mail: t_dyachenko@ukr.net

L.M. Zub, PhD (Biol.), Senior Researcher, Head of the Laboratory,
Institute for Evolutionary Ecology of the NAS of Ukraine,
37 Lebedeva St., Kyiv, 03143, Ukraine,
e-mail: lesyazub2@gmail.com

O.V. Tomchenko, PhD (Techn.), Senior Researcher, Researcher,
Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of the Institute of Geological
Science of the NAS of Ukraine,
55-b O. Gonchar St., Kyiv, 01601, Ukraine,
e-mail: tomch@i.ua

TRANSFORMATION SHALLOW HABITATS VEGETATION COVER OF THE CHERNOBYL NPP COOLING RESERVOIR DUE TO ITS DESCENT

The work is devoted to the retrospective analysis of the transformation of shallow habitats of the Chernobyl NPP cooling reservoir caused by the its descent (2014—2020 y.) and the corresponding changes in the floristic and coenotic structure of the phytal using traditional hydro botanical surveys and remote sensing. The pioneering stages of the overgrowth of newly formed habitats are characterized and the transformations of the macrophyte thickets structure over six years are analyzed.

Keywords: *the Chornobyl NPP, cooling reservoir, shallow habitats, vegetation cover.*