

ЗАГАЛЬНА ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 581.526.325.2 (282.247.32)

В.І. ЩЕРБАК, д. б. н., проф., пров. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: ek424nat@ukr.net
ORCID 0000-0002-1237-6465

Н.Є. СЕМЕНЮК, д. б. н., ст. досл., ст. наук. співроб.
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: natasemenyuk@gmail.com
ORCID 0000-0003-4447-3507

П.С. КУТІЩЕВ, к. б. н., доцент,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
вул. Стрітенська, 23, Херсон, 73006, Україна
e-mail: kutishev_p@ukr.net
ORCID 0000-0002-8875-3909

Д.А. ЛУЦЕНКО, пров. інж.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: ecowaterkma@gmail.com
ORCID 0000-0002-9399-2250

Е.Ш. КОЗІЙЧУК, к. б. н., мол. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: elina.kozyichuk@gmail.com
ORCID 0009-0002-5762-938X

ХАРАКТЕРИСТИКА ФІТОПЛАНКТОНУ РІЗНОТИПНИХ ДНІПРОВСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ: АБІОТИЧНІ ЧИННИКИ І ТАКСОНОМІЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ФІТОПЛАНКТОНУ¹

Проведено порівняльний аналіз основних абіотичних чинників та таксономічних характеристик фітопланктону у різномісних дніпровських екосистемах — головному в каскаді Київському водосховищі та в природній Дніпровській естуарній

¹ Роботу виконано за часткової підтримки гранту МОН на проект наукових досліджень «Розробка і впровадження інноваційних методів, технологій виробництва продукції рибництва» та бюджетної програми «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень (КПКВК 6541230)».

Ц и т у в а н н я: Щербак В.І., Семенюк Н.Є., Кутіщев П.С., Луценко Д.А., Козійчук Е.Ш. Характеристика фітопланктону різномісних дніпровських екосистем: абіотичні чинники і таксономічне різноманіття фітопланктону. *Гідробіол. журн.* 2024. Т. 60. № 2. С. 3—23.

екосистемі (ДЕЕ) в літні сезони 2014—2020 рр. Досліджувані водні об'єкти суттєво відрізняються за фізико-географічними, кліматичними, гідрологічними та гідрохімічними характеристиками. Спільним є те, що це великі високопродуктивні лентичні екосистеми з подібними морфометричними параметрами. У таксономічному різноманітті фітопланктону спільними рисами є однаковий ранговий розподіл провідних відділів та високе видове різноманіття літнього фітопланктону. Зареєстрована і низка відмінностей: більша частка *Vacillariophyta* у водосховищі і більші частки *Cyanobacteria* та *Miozoa* в естуарії; достовірно вище видове багатство фітопланктону ДЕЕ, ніж Київського водосховища; велика кількість видів, які зустрічаються лише в одній з екосистем: для Київського водосховища — 75 видів, для ДЕЕ — 88 видів. Представлені дані можуть слугувати фоновими для оцінки негативного впливу військової агресії РФ та загроз, які виникли для дніпровських екосистем України.

Ключові слова: фітопланктон, таксономічне різноманіття, Київське водосховище, Дніпровська естуарна екосистема, абіотичні чинники, клімат, гідрохімічний режим

Охорона, збереження і невиснажливе використання річкових екосистем є невід'ємною складовою сталого розвитку людства. Велика кількість європейських річок зазнала суттєвих антропогенних трансформацій, що пов'язано з розвитком промисловості, зарегулюванням стоку для будівництва гідроелектростанцій, створення запасів питної води, захисту від повеней та паводків.

Великою мірою процес антропогенної трансформації стосується транскордонної річки Дніпро — однієї з найбільших річкових екосистем Європи. Майже вся українська частина річки зарегульована каскадом великих рівнинних водосховищ, і невеликі (декілька десятків кілометрів) ділянки природного русла збереглися у верхів'ї та Нижньому Дніпрі, а також у Дніпровській естуарній екосистемі (ДЕЕ).

Одним із найчисленніших і найважливіших біотичних компонентів великих річкових екосистем є фітопланктон [35, 41]. Він формує потоки енергії, колообіг речовин, якість водного середовища і швидко реагує на різні види антропогенного впливу.

Дослідження фітопланктону великих зарегульованих річок залежно від впливу абіотичних чинників проводились на таких річках як Рейн [44], Рідо (Канада) [31], Трене (Німеччина) [40], Шпрее (Німеччина) [48], Колумбія (США, Канада) [42], Ебро (Іспанія) [43], Темза [39], Міссісіпі [28], Гвадіана (Португалія-Іспанія) [26, 37], Нарев (Польща) [29], Уругвай [27], Нактонган (Південна Корея) [34] тощо.

На сьогодні актуальною проблемою є порівняльний аналіз абіотичних характеристик і фітопланктону різнотипних екосистем у межах однієї річки: штучно-зміненої (водосховища) та природної, зокрема естуарію.

Мета роботи: провести порівняльний аналіз основних абіотичних чинників та таксономічних характеристик фітопланктону у різнотипних дніпровських екосистемах — головному в каскаді Київському водосховищі та в природній Дніпровській естуарній екосистемі.

Слід наголосити, що досліджувані екосистеми знаходились на частково окупованих територіях чи в районах військових дій 2022—2023 рр.

Тому представлені дані можуть в подальшому слугувати фоновими для оцінки негативного впливу військової агресії РФ та загроз, які виникли для дніпровських екосистем України, особливо після віроломного підризу греблі Каховської ГЕС.

Матеріал і методика досліджень

У роботі в порівняльному аспекті викладено результати сучасних натурних досліджень, які проводились на Київському водосховищі в літні сезони 2014—2020 рр., а на ДЄЕ — в літні сезони 2015—2020 рр. Карту-схему досліджуваних водних об'єктів наведено на рис. 1.

Загальним методичним підходом було те, що:

— кожна зі станцій спостереження включала як мілководні, так і глибоководні біотопи;

— на кожній із станцій паралельно з відбором проб фітопланктону визначали основні абіотичні показники: температуру, прозорість води за диском Секкі, іонний склад, мінералізацію, солоність, вміст біогенних елементів (мінеральні форми азоту (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) і фосфору (PO_4^{3-})). Детальний опис методів визначення абіотичних показників наведено у цитованих статтях [4, 6, 7, 11, 12, 15, 16, 19, 23, 24, 49].

Відбір і камеральне опрацювання проб фітопланктону виконували відповідно до загальноприйнятого протоколу [20, 45, 46]. Проби води об'ємом 1 дм³ відбирали батометром Руттнера, консервували 40 % розчином формальдегіду з розрахунку 1:100 і згущували методом седиментації до об'єму 100 см³. Надалі проби опрацьовували у камері Нажотта об'ємом 0,02 см³ під мікроскопами Carl Zeiss і МББ 1-А з окуляром $\times 7$, об'єктивами $\times 20$, $\times 40$. Для дрібноклітинних форм водоростей використовували імерсійний об'єктив $\times 90^2$.

Таксономічну номенклатуру водоростей наведено згідно з Міжнародним електронним каталогом водоростей AlgaeBase [30].

Ступінь подібності видового складу фітопланктону оцінювали за коефіцієнтом Серенсена [47], а статистичну достовірність різниці середніх величин — за *t*-критерієм Стьюдента.

Трофічний статус екосистем за вмістом біогенних елементів, величинами чисельності й біомаси фітопланктону, розвитком Cyanobacteria і їхній тип за мінералізацією води оцінено згідно з «Екологічною класифікацією поверхневих вод суші та естуаріїв України» [14].

Результати досліджень та їх обговорення

Абіотичні складові екосистем

Фізико-географічні, морфометричні і гідрологічні характеристики Київського водосховища. Це природно-штучна екосистема, створена в 1965 р. шляхом зарегулювання русла Дніпра Київською ГЕС.

²У технічному опрацюванні проб фітопланктону Київського водосховища брали участь: Г.О. Гошовська, к. б. н. Г.М. Задорожна, к. б. н. О.В. Кравцова; сучасні дані (2020 р.) щодо вмісту біогенних елементів у Київському водосховищі надані м. н. с. М.І. Лінчук, за що висловлюємо їм щире подяку.

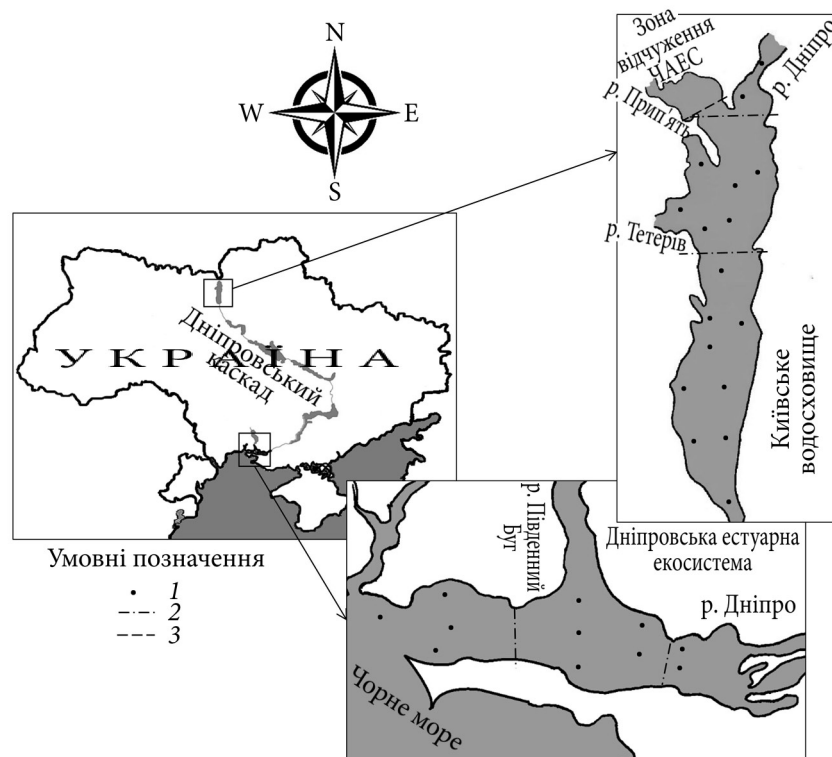


Рис. 1. Карта-схема Київського водосховища та ДЕЕ (1 — станції відбору проб, 2 — умовні межі верхнього, середнього і нижнього плеса Київського водосховища і східної, центральної та західної ділянок ДЕЕ; 3 — зона відчуження ЧАЕС)

Водосховище належить до суббасейну Верхнього і Середнього Дніпра, розташоване у межах екорегіону Східні Рівнини. Тип рельєфу є рівнинним: на півночі це Поліська Низовина, а на Сході — Придніпровська Низовина [3]. Висота водосховища над рівнем моря 102—103 м БС. Умовно акваторію водосховища поділяють на верхнє, середнє і нижнє плеса. Основні морфометричні характеристики Київського водосховища детально наведені в табл. 1.

За гідрологічним режимом Київське водосховище — це лентична екосистема. Основною складовою його водного балансу є стік Верхнього Дніпра й Прип'яті і частково — р. Тетерів. За рік до нього надходить близько 20—50 км³ (у середньому 34 км³) річкових вод. Величини стокових течій найвищими показниками характеризуються в період повені, але при цьому їхня швидкість по плесах є різною, складаючи до 0,9—1,0 м/с у верхньому і до 0,2—0,4 м/с — у нижньому. У період межені швидкість течії знижується до 0,1—0,2 м/с. Коефіцієнт зовнішнього водообміну змінюється від 6,1 до 13,8 разів/рік і в середньому становить 9,4 разів/рік [17].

Таблиця 1

Фізико-географічні, морфометричні і гідрологічні характеристики екосистем Київського водосховища і ДЄЕ [3, 5, 6, 8, 16]

Характеристики		Дніпровські екосистеми	
		Київське водосховище	ДЄЕ
Фізико-географічні	Географічні координати	50°54'23'' пн. ш., 30°29'58'' сх. д.	46°37' пн. ш., 31°57' сх. д.
	Басейн	Дніпро	Дніпро
	Суббасейн	Верхнього і Середнього Дніпра	Нижнього Дніпра
	Екорегіон	Східні Рівнини	Понтійська Провінція
	Породи	Силікатні	Органічні
	Тип рельєфу	Рівнинний	Рівнинний
	Ділянка рельєфу	Придніпровська і Поліська низовини	Причорноморська низовина
	Висота над рівнем моря	102—103 м БС	від —2 до 1 м БС
	Прозорість води, м	0,6—1,6 м	0,4—1,9 м
Морфометричні	Площа	922 км ²	928 км ²
	Об'єм	3,7 км ³	4,1 км ³
	Довжина	110 км	63 км
	Ширина	12 км	15 км
	Максимальна глибина	15 м	12 м
	Середня глибина	4,1 м	4,2 м
	Розподіл глибин	Мілководні ділянки 34 %, глибоководні ділянки 66 %	Мілководні ділянки 30 %, глибоководні ділянки 70 %
Гідрологічні	Тип екосистеми	Лентична	Лентична
	Гідрологічний режим	Штучно змінений	Природно-штучний
	Основні складові водного балансу, середній коефіцієнт водообміну	Стік Дніпра і Прип'яті	Стік Дніпра, приток морських вод
	річкові води	9,4 рази/рік	11,2 рази/рік
	морські води	—	9,9 разів/рік

Продовження табл. 1

Характеристики		Дніпровські екосистеми	
		Київське водосховище	ДЕЕ
	у цілому	9,4 рази/рік	21,3 разів/рік
	Сучасний річний стік	40—50 км ³ /рік	40—44 км ³ /рік
	Рівневий режим	Переважає штучно регульований рівневий режим, регулюється роботою Київської ГЕС	Переважає природний рівневий режим
	Течії	Стокова течія 0,02—0,9 м/с	Стокова течія Дніпра в Чорне море 0,02—0,35 м/с, вітрові течії, «нагін» морської води в ДЕЕ

Дніпровська естуарна екосистема (ДЕЕ) є природним естуарієм Дніпра, через який дніпровська вода потрапляє в Чорне море і фактично являє собою затоплену долину Дніпра. ДЕЕ входить до суббасейну Нижнього Дніпра, екорегіону Понтійська Провінція [3].

Рельєф є рівнинним, його ділянка носить назву Причорноморської низовини, а висота над рівнем моря складає від —2 до 1 м БС (див. табл. 1).

Гідрологічний режим є характерним для лентичних екосистем.

Водний баланс визначається притоком річкових вод через греблю Каховської ГЕС і вільним водообміном із Чорним морем [8]. Приток прісних (річкових) вод у ДЕЕ формується стоком Дніпра і на сьогодні складає 40—44 км³/рік. Нестача прісних вод у водному балансі ДЕЕ компенсується за рахунок наповнення екосистеми солоними водами Чорного моря [11].

Умовно ДЕЕ поділяють на такі ділянки: східну, центральну і західну. При цьому західній та східній ділянкам притаманний більш інтенсивний водообмін, ніж центральній, що зумовлено надходженням води з Чорного моря та Дніпра відповідно [10]. У цілому, коефіцієнт зовнішнього водообміну ДЕЕ за рахунок сукупного притоку річкових і морських вод складає 21,30 разів/рік.

Порівняльний аналіз фізико-географічних, морфометричних і гідрологічних характеристик досліджуваних екосистем (див. табл. 1) показує, що вони характеризуються як подібними рисами, так і відмінностями.

Так, обидві екосистеми є складовими частинами однієї річки — Дніпра, але належать до різних суббасейнів: водосховище — до Верхнього і Середнього Дніпра, а ДЕЕ — до Нижнього Дніпра. Відстань між ними в ши-

ротному напрямку складає близько 500 км, а по руслу Дніпра — 800 км. Обидві екосистеми знаходяться на низовині, але висота над рівнем моря відрізняється майже на два порядки.

Морфометричні параметри досліджуваних гідроекосистем досить схожі, зокрема це стосується площі, об'єму, максимальної і середньої глибин, співвідношення між мілководними і глибоководними ділянками.

Щодо гідрологічного режиму обидві екосистеми є лентичними. Проте є відмінності у характері водообміну. Так, за рахунок річкових вод із Каховського водосховища і морських вод водообмін ДЄЕ є приблизно вдвічі інтенсивнішим за водообмін водосховища.

Кліматичні характеристики Київського водосховища визначаються його розташуванням на півночі України, в межах Північної Атлантико-континентальної кліматичної області, зони Полісся. Клімат вологий континентальний із теплим літом [18].

За середньобаторічними даними 1961—1990 рр. середньорічна температура повітря складала 7,7 °С, а за середньобаторічними даними 1991—2020 рр. — вже 9,0 °С [18]. Збільшення середньої температури також спостерігається і в окремі місяці. Так, у 1961—1990 рр. середня температура січня становила -5,6 °С, а в 1991—2020 рр. — -3,2 °С. Середня температура липня збільшилась із 19,3 °С до 21,3 °С відповідно [18].

Дніпровська естуарна екосистема розташована на півдні України в межах Південної Атлантико-Континентальної кліматичної області, кліматичної зони степу. Клімат вологий континентальний зі спекотним літом [13].

За даними гідрометеорологічної станції м. Херсон [2, 13], починаючи з 1989 р., на півдні України спостерігається найтриваліший за сторіччя циклічний період потепління. Так, у 1945—1988 рр. середньорічна температура повітря складала 9,7 °С, а в 1989—2014 рр. — вже 10,7 °С. Середня температура січня за останні 50 років зросла з -4,4 до -2,6 °С, а липня — з 22,8 до 24,2 °С.

Отже, досліджувані екосистеми знаходяться в різних кліматичних областях і зонах, і клімат регіону ДЄЕ є значно теплішим за клімат регіону водосховища (табл. 2), проте в останні роки для обох регіонів досить чітко проявляється спільна тенденція до підвищення середньої температури повітря.

Вищесказане можна наочно проілюструвати багаторічною динамікою середньорічної температури повітря по м. Київ (за даними ЦГО) та по м. Херсон (за даними метеостанції Херсон) (рис. 2).

Наведений рисунок чітко показує, що середньорічна температура по м. Херсон є значно вищою, ніж по м. Київ. Відповідно різняться і температури води. Так, згідно з натурними даними, отриманими в період проведення досліджень, у Київському водосховищі в літні сезони температура води складала 19,1—27,8 °С, а у ДЄЕ — 20,5—32,2 °С.

Показано [11], що одним із наслідків потепління клімату є поступове підвищення рівня моря, яке призводить до збільшення об'ємів надходження солоних вод до ДЄЕ.

Таблиця 2

Кліматичні характеристики екосистем Київського водосховища і ДЄЕ [18, 13, 2]

Характеристики	Дніпровські екосистеми	
	Київське водосховище	ДЄЕ
Кліматична область	Північна Атлантико-Континентальна	Південна Атлантико-Континентальна
Кліматична зона	Полісся (зона мішаних лісів)	Степова
Тип клімату	Вологий континентальний із теплим літом (Dfb)	Вологий континентальний зі спекотним літом (Dfa)
Середньорічна температура повітря (за багаторічними даними)	7,7 °C (1961—1990 рр.) 9,0 °C (1991—2020 рр.)	9,7 °C (1945—1988 рр.) 10,7 °C (1989—2014 рр.)
Максимальна середньорічна температура повітря	10,9 °C	12,2 °C
Середня температура січня (за багаторічними даними)	-5,6 °C (1961—1990 рр.) -3,2 °C (1990—2020 рр.)	-4,4 °C (1945—1955 рр.) -2,6 °C (1995—2004 рр.)
Середня температура липня (за багаторічними даними)	19,3 °C (1961—1990 рр.) 21,3 °C (1990—2020 рр.)	22,8 °C (1945—1955 рр.) 24,2 °C (1995—2004 рр.)
Кліматичні зміни	Проявляються в підвищенні температури	Чітко проявляються в підвищенні температури

Узагальнення багаторічних даних³ щодо *гідрохімічного режиму Київського водосховища* показало, що водні маси водосховища за іонним складом відносяться до гідрокарбонатного класу групи кальцію (C_{II}^{Ca}).

Важливою тенденцією, яка проявляється в останні десятиліття, є зростання мінералізації води — від 163—283 мг/дм³ (у середньому 230 мг/дм³) у перші роки існування водосховища [5] до 280—312 мг/дм³ (у середньому 292 мг/дм³) в сучасних умовах [49]. Очевидно, це пов'язано зі збільшенням концентрації аніонів Cl^- і SO_4^{2-} [24, 49]. У цілому, за ступенем мінералізації води Київське водосховище на сьогодні характеризується як типowo α -гіпогалінна екосистема.

Іншим важливим процесом є зниження вмісту у воді мінеральних форм азоту (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) та паралельне зростання вмісту мінерального фосфору (PO_4^{3-}) (рис. 3). У результаті на сьогодні фосфор вже не є лімітуючим чинником для розвитку фітопланктону, на відміну від перших років існування водосховища [21, 22].

³ Перелік робіт наведено у розділі «Матеріал і методика досліджень».

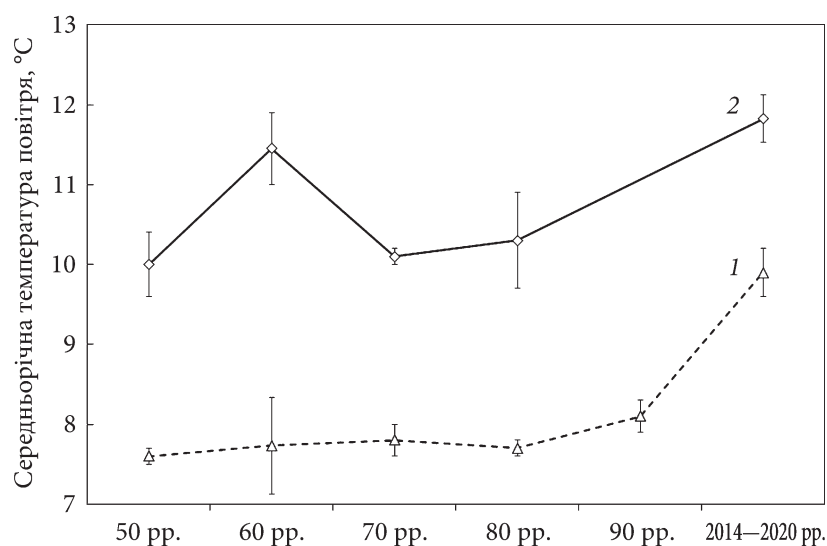


Рис. 2. Багаторічна динаміка середньорічної температури повітря по м. Київ за даними ЦГО (1) та по м. Херсон за даними метеостанції Херсон (2)

Отже, в сучасних умовах концентрації біогенних елементів є достатніми для вегетації фітопланктону. Це підтверджується й тим, що середнє відношення $\Sigma N : P$ складає $15,74 \pm 1,08$ [21], що, як відомо, є оптимальним для вегетації фітопланктону [32].

Оцінка сучасного трофічного статусу за вмістом біогенних елементів у літній період характеризує Київське водосховище як високопродуктивну екосистему евтрофного типу.

Аналіз *гідрохімічного режиму ДЕЕ* показує, що за іонним складом вода характеризується в межах карбонатно-кальцієвого (Ca) — хлоридно-натрієвого класу. Незважаючи на мінливість іонного складу води, на сьогодні простежується дві чітко виражені тенденції:

— зростання середніх концентрацій у воді Cl^- — від $784,14$ — $1458,84$ мг $Cl/дм^3$ у східній і центральній ділянках і до $2093,12$ мг $Cl/дм^3$ у західній ділянці, яка безпосередньо межує з Чорним морем;

— за середніми величинами мінералізації води можливе наступне ранжирування акваторій ДЕЕ: східна ($1702,31$ мг/ $дм^3$) < центральна ($2896,95$ мг/ $дм^3$) < західна ($4040,82$ мг/ $дм^3$).

Аналогічна закономірність характерна і для солоності води, яка також зростає по поздовжньому профілю естуарію: $1,9$ — $3,3$ ‰ < $4,0$ — $5,0$ ‰ < $6,5$ — $7,2$ ‰, що свідчить про тенденцію останніх десятиліть — підвищення солоності води ДЕЕ.

Отже, на сьогодні за критеріями мінералізації води і солоності ДЕЕ можна характеризувати як β - α -мезогалінну екосистему.

Сучасний вміст неорганічних форм азоту (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) і фосфору (PO_4^{3-}) представлено в табл. 3.

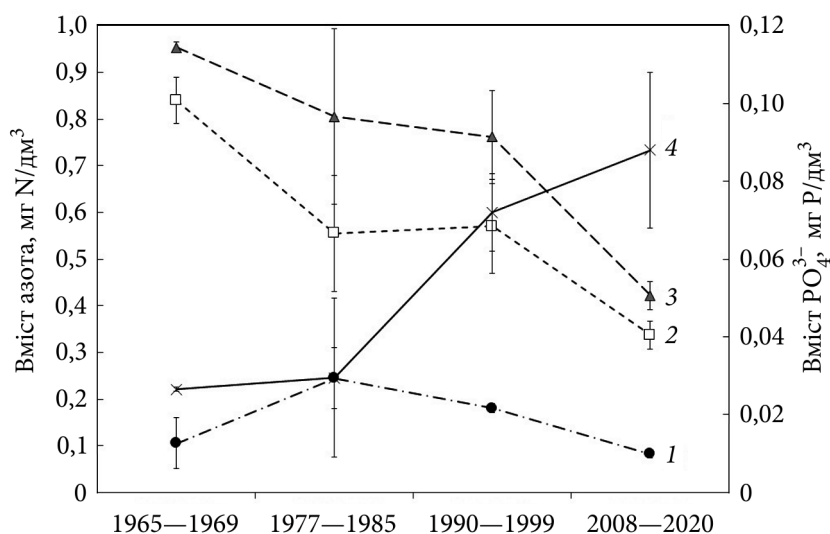


Рис. 3. Вміст мінеральних форм азоту (1 — нітратного, 2 — амонійного, 3 — сумарно-го) і фосфору (4) у воді Київського водосховища в різні періоди досліджень. Дані за 1965—1999 рр. — згідно з [4, 9], дані за період 2008—2015 рр. — згідно з [49]. У розрахований авторами ΣN (мг N/дм³) входить і вміст нітритного азоту (NO₂⁻), хоча його величини мізерні [15].

Порівняння цих даних із ретроспективними [6] показало, що на фоні певної стабілізації концентрації NH₄⁺ спостерігається різке зниження вмісту NO₃⁻, зокрема, у воді східної ділянки — в 26 разів, центральної — у 44 рази, західної — у 30 разів.

Це зумовлено зниженням вмісту неорганічного азоту в дніпровській воді [15] і, відповідно, у воді з Каховського водосховища, що надходить до

Таблиця 3

Межі коливань і середні величини вмісту неорганічних форм азоту і фосфору у воді ДЄЕ в сучасних умовах (за даними А.О. Морозової [23])

Ділянка акваторії ДЄЕ	Вміст біогенних елементів				
	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	ΣN	PO ₄ ³⁻
	мг N/дм ³				мг P/дм ³
Східна	0,425–1,260	0,005–0,072	0,008–0,021	0,705	0,015–0,215
	0,603	0,089	0,013		0,103
Центральна	0,435–1,740	0,007–0,042	0,004–0,018	0,743	0,000–0,147
	0,688	0,044	0,011		0,040
Західна	0,460–1,770	0,006–0,718	0,004–0,024	0,915	0,000–0,075
	0,771	0,131	0,013		0,038

Примітка. Над рискою — межі коливань, під рискою — середні значення. Сумарний вміст N (ΣN) розрахований авторами.

ДЕЕ, і паралельно з цим — збільшенням надходження в естуарій морської води, збідненої на азот.

Отже, можна констатувати, що і у головному водосховищі Дніпровського каскаду, і в естуарії спостерігається спільна закономірність — зниження вмісту мінерального азоту, зокрема NO_3^- , за певної тенденції до зростання фосфору фосфатів (PO_4^{3-}).

Не менш важливо, що зафіксовані концентрації мінеральних форм азоту і фосфору не є лімітуючими [32] для вегетації фітопланктону в ДЕЕ, що характерно і для Київського водосховища [22].

Оцінка трофічного стану ДЕЕ за вмістом біогенних елементів у літній сезон характеризує її як високотрофну екосистему в межах гіпертрофного-політрофного типу.

Порівняльний аналіз гідрохімічного режиму водосховища та ДЕЕ показав такі відмінності:

— за рівнем мінералізації води (водосховище — це α -гіпогалінна екосистема, а естуарій — β - α -мезогалінна екосистема);

— за вмістом біогенних елементів Київське водосховище є евтрофною екосистемою, а ДЕЕ — гіпертрофною-політрофною.

У той же час спостерігається і спільна риса — тенденція до зменшення вмісту азоту і зростання — фосфору.

У цілому, представлений аналіз основних абіотичних складових екосистем Київського водосховища і ДЕЕ показав, що вони повною мірою забезпечують оптимальні умови для вегетації фітопланктону.

Таксономічне різноманіття фітопланктону

Фітопланктон Київського водосховища на прикладі літнього сезону 2020 р. нараховував 107 видів і внутрішньовидових таксонів водоростей (в. в. т.), які належали до 7 відділів. Найбільше представлені Chlorophyta (40 в. в. т.) і Bacillariophyta (38 в. в. т.), дещо менше — Euglenozoa (13 в. в. т.) та Cyanobacteria (8 в. в. т.).

Порівняння фітопланктону середнього і нижнього плесів водосховища показало, що кількість в. в. т. в пробах коливалась у межах 11—34 і 9—26 у кожному плесі відповідно (рис. 4), але загальна кількість ідентифікованих в. в. т. водоростей була близькою — 71 і 70 відповідно (табл. 4).

Встановлено відмінності у співвідношенні систематичних відділів. Так, Bacillariophyta були більш різноманітно представлені на нижньому плесі, а Euglenozoa, Cyanobacteria, Chlorophyta, Miozoa — на середньому (див. табл. 4).

Найбагатшим (31—34 в. в. т.) був фітопланктон у районі гирла р. Терів (середнє плесо водосховища). Це пояснюється певним фітостоком з допливу, а також тим, що антропогенний вплив на цій ділянці є мінімальним, оскільки населені пункти розташовані на значній відстані.

Найменшу кількість в. в. т. (9—13) виявлено на ділянці нижнього плеса, недалеко від греблі Київської ГЕС, де інтенсивно вегетують Суано-

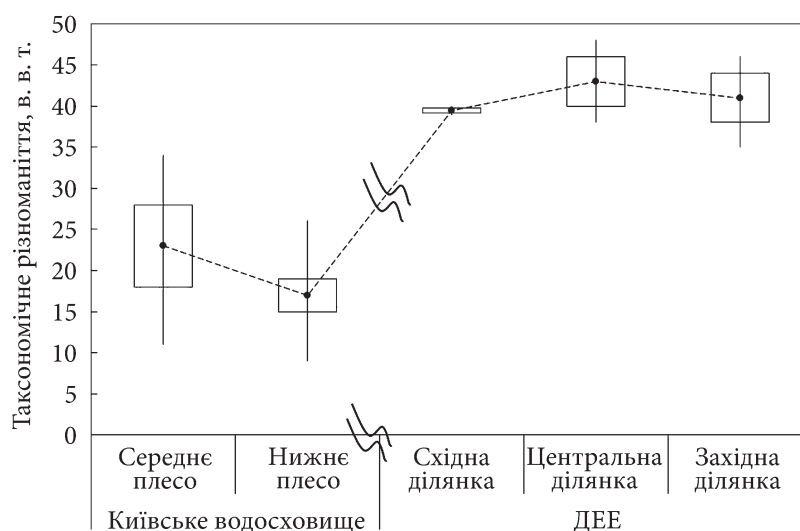


Рис. 4. Просторовий розподіл таксономічного різноманіття фітопланктону Київського водосховища та ДНЕПР: точка — середня величина, прямокутник — стандартна помилка, відрізок — межі коливань.

bacteria, «цвітіння» яких може негативно впливати на розвиток інших видів [38].

У фітопланктоні ДНЕПР було виявлено 120 в. в. т. водоростей із 8 відділів. Його основу формували Chlorophyta (48 в. в. т.), Bacillariophyta (26 в. в. т.) і Cyanobacteria (15 в. в. т.).

Аналіз просторового розподілу фітопланктону показав зростання таксономічного різноманіття від східної ділянки (63 в. в. т.) до центральної і західної ділянок (71—79 в. в. т.) (див. табл. 4). Зареєстровані відмінності і в співвідношенні відділів. Так, з табл. 4 видно, що центральна ділянка відрізняється майже вдвічі вищим різноманіттям Bacillariophyta, ніж східна та західна. Це може бути пов'язано з впливом фітостоку р. Південний Буг, який впадає у центральну ділянку ДНЕПР.

По окремих станціях спостереження таксономічне різноманіття водоростей коливалось від 35 до 48 в. в. т. (див. рис. 4). Найбільшу кількість в. в. т. виявлено на траверзі мису Аджигіол (46°36'35,21" п. ш., 31°47'42,16" с. д.), який умовно поділяє естуарій на центральну і західну ділянки.

Порівняльний аналіз таксономічної характеристики водоростей водосховища та естуарію дозволив виявити як подібні, так і відмінні риси.

Подібність полягає в тому, що в обох екосистемах найбільш різноманітно були представлені Chlorophyta, менше — Bacillariophyta і Cyanobacteria, що є характерним для більшості водних екосистем України, у тому числі в басейні Дніпра.

Проте структурне співвідношення систематичних відділів суттєво відрізнялось (рис. 5). Зокрема, частка Cyanobacteria у фітопланктоні ДНЕПР була майже удвічі вищою, ніж у Київському водосховищі, а частка Bacilla-

giorphyta — навпаки, у водосховищі була в півтора рази більшою, ніж у ДЄЕ. Також слід звернути увагу на те, що у водосховищі спостерігалось більше різноманіття Euglenozoa, а фітопланктон естуарію відрізнявся більшим різноманіттям Miozoa.

Вважаємо, що встановлені відмінності можна пояснити наступним:

1) водні екосистеми відрізняються за кліматичними характеристиками і, відповідно, за температурним режимом. Це призвело до більшого різноманіття теплолюбних Cyanobacteria і меншого — холодолюбних Bacillariophyta у ДЄЕ, ніж у Київському водосховищі, розташованому на півночі України;

2) вище різноманіття Euglenozoa у водосховищі може бути зумовлено впливом фітостоку річок Прип'ять і Тетерів, водозбірним басейнам яких притаманний високий вміст гумінових речовин і заліза, що сприяє розвитку цих водоростей [1];

3) більша частка Miozoa в естуарії пов'язана із впливом Чорного моря, оскільки відомо, що найвище різноманіття Miozoa спостерігається саме в морських екосистемах. Окрім того, показано [25, 33], що висока температура і мінералізація води є сприятливими для вегетації водоростей з родів *Peridinium*, *Glenodinium*, *Ceratium*.

Цікаво також порівняти кількість видів у пробах фітопланктону цих екосистем. У водосховищі цей показник змінювався від 9 до 34, а у ДЄЕ — від 35 до 48. Отже, багатство фітопланктону естуарію є значно вищим, ніж водосховища. Встановлена різниця є статистично достовірною, оскільки *t*-критерій Стьюдента дорівнює 5,93, при рівні значимості $p < 0,001$.

Таблиця 4

Просторовий розподіл таксономічного й структурного різноманіття літнього фітопланктону Київського водосховища та ДЄЕ

Відділи	Київське водосховище		ДЄЕ		
	Середнє плесо	Нижнє плесо	Східна ділянка	Центральна ділянка	Західна ділянка
Cyanobacteria	8 (11)	5 (7)	12 (19)	12 (17)	14 (18)
Bacillariophyta	18 (25)	30 (43)	7 (11)	22 (31)	11 (14)
Cryptista	—	—	3 (5)	2 (3)	1 (1)
Miozoa	3 (4)	1 (1)	5 (8)	—	6 (8)
Ochrophyta	4 (6)	3 (4)	4 (6)	4 (6)	7 (9)
Charophyta	—	1 (1)	1 (2)	1 (1)	2 (3)
Chlorophyta	27 (38)	25 (36)	29 (46)	27 (38)	34 (43)
Euglenozoa	11 (15)	5 (7)	2 (3)	3 (4)	4 (5)
Σ	71 (100)	70 (100)	63 (100)	71 (100)	79 (100)

Примітка. У дужках зазначено частку даного відділу (%) у загальній кількості видів фітопланктону.

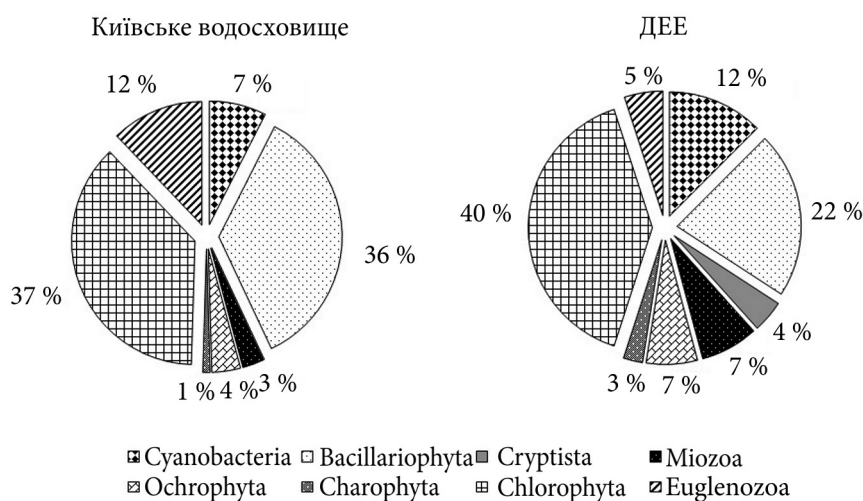


Рис. 5. Порівняльна характеристика флористичного різноманіття фітопланктону Київського водосховища і ДНЕ

Багатший фітопланктон ДНЕ, порівняно з Київським водосховищем, може пояснюватись тим, що естуарій — це велика екотонна зона між р. Дніпро, р. Південний Буг і Чорним морем, і у фітопланктоні присутні як прісноводні, так і солонуватоводні та морські види водоростей.

Коефіцієнт Серенсена, розрахований для фітопланктону водосховища та естуарію, коливався у межах 0,26—0,37 із середнім значенням 0,30. Тобто фітопланктон порівнюваних екосистем є на 30 % подібним і на 70 % відмінним. Такий високий ступінь відмінності можна пояснити:

- значною географічною відстанню між екосистемами;
- суттєво різними кліматичними умовами;
- відмінністю у мінералізації води.

Кластерний аналіз фітопланктону різних ділянок досліджуваних екосистем відображено на рис. 6.

Коефіцієнти Серенсена, розраховані між різними ділянками в межах однієї екосистеми, є значно вищими, ніж коефіцієнти, розраховані між Київським водосховищем та ДНЕ. Встановлена закономірність відображає як подібність екологічних умов у межах акваторій кожної з досліджуваних водних екосистем, так і значну відмінність між екосистемами.

У межах ДНЕ звертає на себе увагу той факт, що видовий склад фітопланктону західної та східної ділянок є досить подібним. Водночас фітопланктон центральної ділянки суттєво відрізняється від угруповань західної та східної ділянок. Це може пояснюватись специфічністю видового складу фітопланктону центральної ділянки, на структуру якого впливає фітостік з річки Південний Буг. Слід зауважити, що стік Дніпра є значно потужнішим за стік Південного Бугу. Так, основний притік прісних вод у ДНЕ формується на 94 % стоком Дніпра і лише на 6 % стоком Південного Бугу [6, 11, 16]. Тому, на нашу думку, вплив фітопланктону Південного

Бугу на фітопланктон ДЕЕ реєструється лише локально на центральній ділянці, що і визначає її специфічність. У той же час на фітопланктон східної та західної ділянок більшою мірою впливає стік Дніпра, що може зумовлювати високу подібність фітопланктону цих ділянок.

Цікаво також розглянути подібність видового складу для окремих відділів водоростей. Так, для водосховища й естуарію найвищий рівень подібності відмічений для *Vacillariophyta* (K_S 0,28—0,39), а найменший — для *Miozoa* (K_S 0,15—0,17) та *Euglenozoa* (K_S 0,00—0,21).

Якщо порівнювати фітопланктон окремих ділянок ДЕЕ, найвищі коефіцієнти Серенсена отримані для *Cyanobacteria* (K_S 0,83—0,85). Цікаво, що серед 14 видів *Cyanobacteria*, які є спільними для різних ділянок ДЕЕ, є чотири види-галофіли (*Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli, *Ch. turgidus* (Kützing) Nägeli, *Anagnostidinema amphibium* (Gomont) Strunecký, Bohunická, J.R. Johansen & Komárek, *Merismopedia convoluta* Brébisson ex Kützing), а також вид *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing, який здатний витримувати значні коливання солоності води. Зокрема, за даними [36] *M. aeruginosa* зустрічався у затоці Сан-Франциско за солоності води від 0,1 до 18 ‰.

Узагальнюючий аналіз матеріалів, викладених у даному підрозділі (табл. 5), чітко показує, що таксономічному складу фітопланктону досліджуваних екосистем притаманні як подібні, так і відмінні риси.

На нашу думку, подібні риси пояснюються тим, що обидва водні об'єкти характеризуються лентичним гідрологічним режимом, а також є частинами однієї екосистеми — Дніпра.

Відмінні риси можуть бути пов'язані зі значною географічною відстанню між порівнюваними водними об'єктами, суттєво різними кліматичними умовами, різницею у мінералізації води, трофічному статусі тощо.

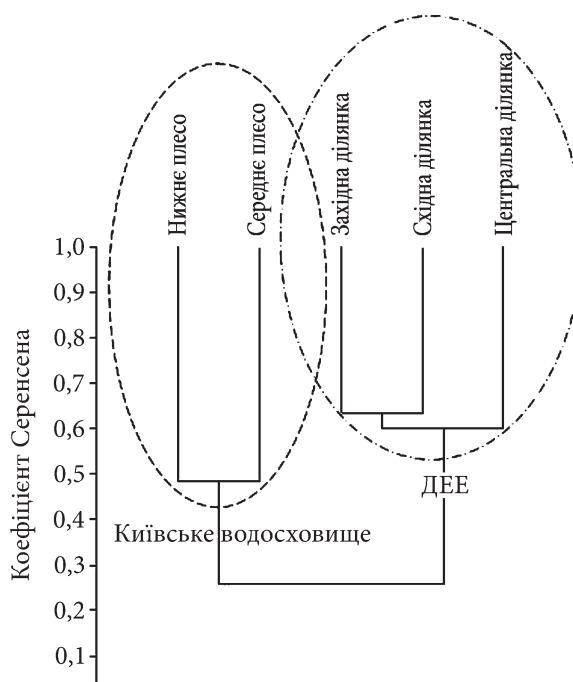


Рис. 6. Дендрограма подібності фітопланктону різних ділянок Київського водосховища та ДЕЕ за коефіцієнтом Серенсена (K_S)

Таблиця 5

Порівняльна характеристика таксономічного різноманіття фітопланктону лентичних дніпровських екосистем — Київського водосховища та ДЄЕ

Показник	Київське вдсх.	ДЄЕ	Чим пояснюється
Ранговий розподіл відділів	Chlorophyta > Bacillariophyta > Cyanobacteria		Типовий ранговий розподіл для лентичних екосистем басейну Дніпра
Таксономічна структура фітопланктону на рівні відділів	Cyanobacteria 7 %	12 %	Тепліший регіональний клімат ДЄЕ, вплив моря
	Bacillariophyta 36 %	22 %	
	Miozoa 3 %	7 %	
Загальна кількість видів	107	120	ДЄЕ — природна екосистема, а також є екотонною зоною (річка — море);
Кількість видів у пробах	9—34 (20±3)	35—48 (41±2)	Київське водосховище — антропогенно змінена екосистема
Порівняння видового складу: — кількість видів, виявлених тільки в одній екосистемі	75 в. в. т.	88 в. в. т.	Більша кількість в. в. т. у ДЄЕ обумовлена надходженням як типового дніпровського фітопланктону, так і привнесенням солонуватоводних і морських форм
— кількість спільних видів в обох екосистемах (K_s)	32 в. в. т. ($K_s = 0,30$)		Значна географічна відстань, суттєво різні екологічні умови (клімат, мінералізація води, трофічний статус тощо)

У цілому, фітопланктону водосховища і дніпровського естуарію притаманне високе таксономічне різноманіття, а його структурна організація є характерною для більшості континентальних водойм України і ЄС.

Висновки

Проведено порівняльний аналіз основних абіотичних показників та таксономічних характеристик фітопланктону у різнотипних дніпровських екосистемах — Київському водосховищі та Дніпровській естуарній екосистемі — за натурними даними, отриманими в літні сезони 2014—2020 рр.

Досліджувані водні об'єкти є великими лентичними екосистемами з подібними морфометричними параметрами. Водночас вони характеризуються різним генезисом, значно віддалені географічно (близько 800 км

по Дніпру або близько 500 км в широтному напрямку) та суттєво відрізняються за режимом водообміну та внутрішньоводоймною динамікою.

Київське водосховище та ДЄЕ знаходяться в різних кліматичних зонах: Полісся та Степу відповідно, проте для обох екосистем реєструється спільна тенденція до зростання середньорічних температур.

За гідрохімічним складом вода водосховища α -гіпогалінна, гідрокарбонатного класу групи кальцію, а естуарію — β - α -мезогалінна карбонатно-кальцієвого — хлоридно-натрієвого класу. В останні десятиліття в обох екосистемах реєструються подібні тенденції до зростання мінералізації води та збільшення концентрацій аніонів хлору. Крім того спостерігається зниження вмісту мінеральних форм азоту та збільшення вмісту мінерального фосфору. Обидві екосистеми є високопродуктивними, і концентрації біогенних елементів не лімітують розвиток фітопланктону, але при цьому Київське водосховище — евтрофна екосистема, ДЄЕ — гіперевтрофно-політрофна.

Порівняльний аналіз таксономічного різноманіття фітопланктону Київського водосховища та ДЄЕ показує, що спільними рисами є однаковий ранговий розподіл провідних відділів та високе таксономічне різноманіття літнього фітопланктону.

У той же час зареєстрована і низка відмінностей:

— більша частка Bacillariophyta у водосховищі і більші частки Cyanobacteria та Miozoa в естуарії;

— достовірно вище видове багатство фітопланктону ДЄЕ, ніж Київського водосховища;

— велика кількість видів, які зустрічаються лише в одній з екосистем: для Київського водосховища — 75 видів, для ДЄЕ — 88 видів.

У цілому, у досліджуваних дніпровських екосистемах проаналізовані абіотичні компоненти є сприятливими для формування високого різноманіття фітопланктону. Це пов'язано з тим, що за останні десятиліття до початку повномасштабного вторгнення рф досліджувані екосистеми не зазнавали значного антропогенного впливу.

Таким чином, представлені узагальнюючі дані за абіотичними чинниками та таксономічним різноманіттям фітопланктону двох різнотипних лентичних дніпровських екосистем — Київського водосховища і ДЄЕ — в подальшому можуть бути використані як фонові для оцінки негативних наслідків збройної агресії рф для дніпровських екосистем в Україні, особливо після віроломного підриву греблі Каховської ГЕС.

Список використаної літератури

1. Асаул З.І. Визначник евгленових водоростей Української РСР. Київ : Наук. думка, 1975. 407 с.

2. Безніцька Н.В. Формування показників родючості і продуктивності меліорованих ґрунтів в умовах регіональних змін клімату (на прикладі Херсонської області). Дис. ... канд. с-г. наук (доктора філософії). Херсон, 2017. 230 с. URL: http://www.ksau.kherson.ua/files/avtoreferaty_dysertaciyi/Дисертація%20%20Безніцької%20Н.В..pdf (дата звернення: 27.10.2023).

3. Водна Ініціатива Європейського Союзу Плюс для країн Східного партнерства: Результати 2 та 3. Технічний звіт: опис характеристик району басейну річки Дніпро. Консорціум країни-членів ЄС, 2019. 38 с.
4. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / Под ред. М.А. Шевченко. Киев : Наук. думка, 1989. 216 с.
5. Денисова А.И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования. Киев : Наук. думка, 1979. 292 с.
6. Днепровско-Бугская эстуарная экосистема. Киев : Наук. думка, 1989. 239 с.
7. Журавлева Л.А. Многолетние изменения минерализации и ионного состава воды водохранилищ Днепра. *Гидробиол. журн.* 1998. Т. 34, № 4. С. 88—96.
8. Иванов А.И. Фитопланктон устьевых областей рек северо-западного Причерноморья. Киев: Наук. думка, 1982. 210 с.
9. Комплексна оцінка екологічного стану басейну Дніпра. Київ, 2000. 103 с.
10. Коржов Є.І. Зміни гранулометричного складу донних відкладів Дніпровсько-Бузького лиману в сучасний період. Наук. чит., присв. Дню науки «Екологічні дослідження Дніпровсько-Бузького регіону». Вип. 10. Херсон, 2017. С. 17—21.
11. Коржов Є.І., Гончарова О.В., Кутіщев П.С. Аналіз можливих екологічних та соціально-економічних наслідків скорочення прісноводного стоку до Дніпровсько-Бузької гирлової області. Тернопільські біологічні читання — *Terнопil Bioscience* — 2020. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., присвяченої 80-річчю хіміко-біологічного факультету Терноп. Нац. пед. ун-ту імені Володимира Гнатюка. Тернопіль : Вектор, 2020. С. 144—147.
12. Линник П.Н. Формирование гидрохимического режима водохранилищ. Гидроэнергетика и окружающая среда. Под общ. ред. Ю. Ландау, Л. Сиренко. Киев : Либра, 2004. С. 219—236.
13. Метеопост. Статистика погоди. Кліматичні дані за роками та місяцями. URL: <https://meteorpost.com/weather/climate/> (дата звернення: 27.10.2023).
14. Романенко В.Д., Оксуюк О.П., Жукинский В.Н. и др. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. Киев : Наук. думка, 1990. 256 с.
15. Романенко В.Д., Якушин В.М., Щербак В.І. та ін. Біорізноманіття та біоресурсний потенціал екосистем дніпровських водосховищ в умовах кліматичних змін і розвитку біологічної інвазії. Київ : Наук. думка, 2019. 255 с.
16. Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоемов Украины. Киев : Наук. думка, 2006. 384 с.
17. Тимченко В.М., Вандюк Н.С. Гідрологічні умови формування біорізноманіття та біоресурсного потенціалу дніпровських водосховищ. Біорізноманіття та біоресурсний потенціал екосистем дніпровських водосховищ в умовах кліматичних змін і розвитку біологічної інвазії. Київ : Наук. думка, 2019. С. 19—46.
18. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського. Кліматичні дані по м. Київ. URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/diialnist/klimatolohichna/klimatychni-dani-po-kyievu> (дата звернення: 27.10.2023).
19. Шерман І.М., Кутіщев С.В., Кутіщев П.С. Проблеми екологічних трансформацій гідрологічного режиму Дніпровського лиману та перспективи біологічної меліорації. *Тавр. наук. вісн.* 2014. № 87. С. 196—201.
20. Щербак В.І. Фітопланктон. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод.* Київ : ЛОГОС, 2006. С. 8—32.
21. Щербак В.І., Майстрова Н.В. Реакція дніпровського фітопланктону на зміну біогенного режиму. Перспективи гідроекологічних досліджень в контексті проблем довкілля та соціальних викликів: 36 матеріалів VIII З'їзду Гідроекол. тов-ва України, присвяченого 110-річчю заснуванню Дніпровської біологічної станції (Київ, 6—8 лист. 2019). Київ, 2019. С. 100—102.
22. Щербак В.І., Семенюк Н.Є., Майстрова Н.В. Характеристика Cyanobacteria на різних етапах існування Київського водосховища. *Гидробиол. журн.* 2023. Т. 59, № 5. С. 3—27.

23. Щербак В.І., Шерман І.М., Кутіщев П.С. та ін. Сучасний екологічний стан і біорізноманіття Дніпровсько-Бузької естуарної системи у зв'язку з промисловою іхтіофауною. Херсон : ФОП Вишемирський В.С., 2020. 200 с.
24. Якушин В.М., Щербак В.І., Лінчук М.І. Гідрохімічний режим екосистем водосховищ в умовах змін клімату. Біорізноманіття та біоресурсний потенціал екосистем дніпровських водосховищ в умовах кліматичних змін і розвитку біологічної інвазії. Київ : Наук. думка, 2019. С. 47—66.
25. Alkawri A.A.S., Ramaiah N. Spatio-temporal variability of dinoflagellate assemblages in different salinity regimes in the west coast of India. *Harmful Algae*. 2010. Vol. 9. P. 153—162.
26. Domingues R.B., Barbosa A.B., Galvão H.M. River damming leads to decreased phytoplankton biomass and disappearance of cyanobacteria blooms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2014. Vol. 136. P. 129—138.
27. Gangi D., Plastani M.S., Laprida S. et al. Recent cyanobacteria abundance in a large sub-tropical reservoir inferred from analysis of sediment cores. *J. Paleolimnol.* 2020. Vol. 63, Iss. 3. P. 1—15.
28. Giblin S.M., Gerrishi G.A. Environmental factors controlling phytoplankton dynamics in a large floodplain river with emphasis on cyanobacteria. *River Res. Appl.* 2020. Vol. 36, Iss. 7. P. 1137—1150.
29. Grabowska M., Mazur-Marzek H. The effect of cyanobacterial blooms in the Siemianywka Dam Reservoir on the phytoplankton structure in the Narew River. *Oceanol. Hydrobiol. Studies*. 2011. Vol. 40, Iss. 1. P. 19—26.
30. Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, 2023. URL: <http://www.algaebase.org> (last accessed: 27.06.2023)
31. Hamilton P.B., Lavoie I., Poulin M. Spatial, seasonal and inter-annual variability in environmental characteristics and phytoplankton standing stock of the temperate, lowland Rideau River, Ontario, Canada. *River Res. Appl.* 2012. Vol. 28, Iss. 9. P. 1551—1566.
32. Jørgensen S.E. Lake Management (Water Development, Supply and Management). Oxford : Pergamon Press, 1980. 167 p.
33. Joseph K.J., Pillai V.K. Seasonal and spatial distribution of phytoplankters in Cochlin Backwater. *Bull. Dept. Mar. Sci. Univ. Cochin*. 1975. Vol. 7, N 1. P. 171—180.
34. Kim J., Kwak J., Ahn J.M. et al. Oscillation flow dam operation method for algal bloom mitigation. *Water*. 2022. Vol. 14, Article N 1315. P. 1—18.
35. Kiss K.T. Trophic level and eutrophication of the River Danube in Hungary. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 1994. Vol. 25. P. 1688—1691.
36. Lehman P.W., Boyer G., Hall C. et al. Distribution and toxicity of a new colonial *Microcystis aeruginosa* bloom in the San Francisco Bay Estuary, California. *Hydrobiologia*. 2005. Vol. 541, N 1. P. 87—99.
37. Morais P. Review on the major ecosystem impacts caused by damming and watershed development in an Iberian basin (SW-Europe): focus on the Guadiana estuary. *Ann. Limnol. — Int. J. Lim.* 2008. Vol. 44, Iss. 2. P. 105—117.
38. Paerl H.W., Otten T.G. Harmful cyanobacterial blooms: causes, consequences, and controls. *Microbial Ecology*. 2013. Vol. 65, N 4. P. 995—1010.
39. Pathak D., Hutchins M., Brown L. et al. Hourly prediction of phytoplankton biomass and its environmental controls in lowland rivers. *Water Resources Research*. 2021. Vol. 57, Article No. e2020WR028773. P. 1—20.
40. Qu Y., Wu N., Guse B., Fohrer N. Riverine phytoplankton shifting along a lentic-lotic continuum under hydrological, physiochemical conditions and species dispersal. *Science of the Total Environment*. 2018. Vol. 619—620. P. 1628—1636.
41. Reynolds C.S., Descy J.P. The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. *Arch. Hydrobiol./Suppl. Large Rivers*. 1996. Vol. 113. P. 161—187.
42. Rose V., Rollwagen-Bollens G., Bollens S.M., Zimmerman J. Seasonal and interannual variation in lower Columbia River phytoplankton (2005—2018): environmental vari-

ability and a decline in large bloom-forming diatoms. *Aquatic Microbial Ecology*. 2021. Vol. 87. P. 29—46.

43. Sabater S., Artigas J., Durán C. et al. Longitudinal development of chlorophyll and phytoplankton assemblages in a regulated large river (the Ebro River). *Science of the Total Environment*. 2008. Vol. 404, No. 1. P. 196—206.

44. Scherwass A., Bergfeld T., Schöl A. et al. Changes in the plankton community along the length of the River Rhine: Lagrangian sampling during a spring situation. *J. Plankton Res.* 2010. Vol. 32, N 4. P. 491—502.

45. Shcherbak V.I., Semenyuk N.Ye., Yakushyn V.M. Phytoplankton structural and functional organization in a large lowland reservoir under the global climate change (case study of the Kaniv Reservoir). *Hydrobiol. J.* 2022. Vol. 58, N 6. P. 3—27.

46. Shcherbak V., Sherman I., Semeniuk N., Kutishchev P. Autotrophic communities' diversity in natural and artificial water-bodies of a river estuary — A case-study of the Dnieper — Bug Estuary, Ukraine. *Ecohydrology and Hydrobiology*. 2020. Vol. 20. P. 112—122.

47. Sørensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation of Danish commons, Kongelige Danske Videnskabernes, Selskab. *Biol. Krifter*. 1948. Vol. 5, N 4. P. 1—46.

48. Welker M., Walz N. Plankton dynamics in a river-lake system — on continuity and discontinuity. *Hydrobiologia*. 1999. Vol. 408/409. P. 233—239.

49. Yakushin V.M., Shcherbak V.I., Semenyuk N.Ye., Linchuk M.I. Hydrochemical characteristics of the Kiev Reservoir at the present time. *Hydrobiol. J.* 2017. Vol. 53, N 6. P. 96—109.

Надійшла 15.11.2023

V.I. Shcherbak, Dr. Sci. (Biol.), Prof., Leading Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: ek424nat@ukr.net
ORCID 0000-0002-1237-6465

N.Ye. Semenyuk, Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: natasemenyuk@gmail.com
ORCID 0000-0003-4447-3507

P.S. Kutishchev, PhD (Biol.), Associate Professor,
Kherson State Agrarian and Economic University,
Stritenska St., 23, Kherson, 73006, Ukraine
e-mail: kutishev_p@ukr.net
ORCID 0000-0002-8875-3909

D.A. Lutsenko, Leading Engineer,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: ecowaterkma@gmail.com
ORCID 0000-0002-9399-2250

E.Sh. Koziychuk, PhD (Biol.), Junior Researcher
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: elina.koziychuk@gmail.com
ORCID 0009-0002-5762-938X

PHYTOPLANKTON PATTERNS IN VARIOUS ECOSYSTEMS OF THE DNEPER RIVER: ABIOTIC FACTORS AND PHYTOPLANKTON TAXONOMIC DIVERSITY

The paper deals with comparative overview of the major abiotic factors and phytoplankton taxonomic characteristics in various ecosystems of the Dnieper River: the Kyiv Water Reservoir (heading the cascade) and the natural Dnieper Estuary in summer seasons of 2014—2020. The water bodies under study differ significantly according to their physiogeographic, climatic, hydrological and hydrochemical characteristics. However, they also have some features in common: both water bodies are large highly productive lentic ecosystems with similar morphometric parameters. As regards phytoplankton taxonomic diversity, the similarities include the same rank distribution of leading phyla and high species richness of summer phytoplankton. A number of differences has also been observed: higher portion of Bacillariophyta in the water reservoir and higher portions of Cyanobacteria and Miozoa in the estuary; higher species richness of phytoplankton in the Dnieper estuary, than in the Kyiv Reservoir; large number of species, occurring only in one of the ecosystems under study: 75 species for the Kyiv Reservoir and 88 species for the Dnieper estuary. The findings of these studies can serve as background data for assessing the negative impact of the RF's military aggression and arising hazards for the Dnieper ecosystems of Ukraine.

Key words: *phytoplankton, taxonomic diversity, Kyiv Reservoir, Dnieper Estuary, abiotic factors, climate, hydrochemical regime.*