

УДК 504.4(556:574)

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.2.11>

## ЗМІНИ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ ЛІТОРАЛІ РУСЛОВОГО ВОДОСХОВИЩА В МЕЖЕННИЙ ПЕРІОД

*Клименко М.О. – д.с.-г.н., професор,*

*Бедункова О.О. – д.б.н., доцент,*

*Прищета А.М. – д.с.-г.н., професор,*

*Статник І.І. – к.с.-г.н., доцент,*

*Курилюк О.М. – аспірант,*

*Національний університет водного господарства та природокоористування,  
м. Рівне, Україна, bedunkovaolga@gmail.com*

Формування екологічних умов літоралі руслових водосховищ відбувається під впливом взаємодії цілого комплексу факторів. Серед абіотичних факторів суттєвий вплив мають реакція водного середовища, його кисневий і температурний режим і редокс потенціал. Однак, у кожній водоймі ці фактори спрацюють по-різному, оскільки їх прояв залежить як фізико-географічних, кліматичних умов та гідрологічного сезону, так і від інтенсивності дії антропогенних факторів.

Метою наших досліджень було відстеження добових змін факторів формування екологічних умов літоралі Басівкутського водосховища в меженний період та порівняння отриманих результатів на ділянках із різним рівнем антропогенного навантаження (ділянка № 1 – розораність заплави, з дотриманням меж водоохоронної зони; ділянка № 2 – інтенсивна забудова заплави, несанкціоноване надходження забруднюючих речовин та порушення меж водоохоронної зони). За результатами проведених інструментальних вимірювань екологічних параметрів водного середовища встановлено, що середньодобовий вміст розчиненого у воді кисню на першій ділянці становив  $6,41 \pm 0,78$  мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, а на другій  $14,62 \pm 0,92$  мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Ступінь насичення води киснем,  $72,16 \pm 6,41\%$  та  $182,55 \pm 6,5\%$ . Це характеризувало якість води як «слабко забруднена» та «дуже брудна» відповідно. Середньодобові значення рН на першій ділянці мали величину  $8,06 \pm 0,06$  – стан «понаний», ступінь чистоти «брудна», води лужні; на другій  $9,58 \pm 0,09$  – стан «дуже понаний», ступінь чистоти «дуже брудна», води сильнолужні. Середня температура води на першій ділянці становила  $20,57 \pm 0,58$ °С, а на другій  $23,96 \pm 0,33$ °С. Середні величини Eh виявились на рівні  $288,06 \pm 18,42$  мВ на ділянці № 1 та  $182,55 \pm 6,50$  на ділянці № 2, що характеризувало «задовільну» та «погану» якість води, відповідно. Встановлені коефіцієнти парної кореляції між досліджуваними показниками мали помітний та тісний зв'язок для пар з вмістом розчиненого у воді кисню (від  $r = -0,57$  до  $r = 0,92$ ), рН (від  $r = -0,53$  до  $r = 0,91$ ) та температурою води (від  $r = -0,82$  до  $r = 0,97$ ). При цьому, зворотна кореляція мала місце для залежностей між показниками першої ділянки, а між показниками другої ділянки парні коефіцієнти мали пряму кореляцією. Зроблено висновок про порушення взаємозв'язків компонентів та балансу речовин у літоралі водосховища та необхідність вжиття природоохоронних та інженерних заходів спрямованих на підтримання його збалансованого стану.

Ключові слова: кисневий режим водойм, температура води, редокс потенціал.

**Постановка проблеми.** Визначальними рисами водосховищ є просторово-часові зміни, пов'язані з режимом регулювання стоку, віком водойми, розвитком автохтонних процесів, переміщенням, трансформацією і обміном мінеральною та органічною речовиною, енергією, а також властивостями донних відкладів на фоні затоплених ґрунтів та порід [1]. Руслові водосховища, які за походженням є штучними гідроекосистемами, стали вже звичними елементами ландшафтів, що мають свою просторову та функціональну впорядкованість, одночасно подібну та відмінну від природних водойм. Передусім, це зумовлено поєднанням компонентів лотичних та лентичних гідроекосистем, внаслідок чого формуються специфічні умови водного середовища та гідробіоценози.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Руслові водосховища привертають увагу науковців протягом багатьох десятиліть. Зокрема, досліджуються морфометрія водойм та динаміка водних мас [2], взаємодія водних мас із берегами та дном [3], гідрохімічні характеристики в зонах із різним ступенем антропогенного навантаження [4], видове різноманіття рослинних [5], тваринних [6] та мікробних [7] угруповань, прояв різноманітних абіотичних та біотичних факторів [8], а також формування структури та продуктивності рибних суспільств [9].

Спільною думкою авторів наведених вище досліджень є важливість детального вивчення літоральної зони водосховищ, яка відрізняється особливими фізичними, хімічними та біологічними процесами. Екологічні умови літоралі тісно пов'язані з добовою динамікою температури води, концентрації кисню, рН та вмісту легкорозчинних органічних речовин [10]. Відомі наукові праці доводять, що ці фактори можуть мати різну інтенсивність прояву в кожній окремій водоймі. Однак, попри свою важливість для гідроекосистеми, зміни екологічних умов літоралі часто лишаються без ретельного аналізу при вивченні руслових водосховищ.

**Формулювання цілей статті.** Метою наших досліджень було відстеження добових змін факторів формування екологічних умов літоралі Басівкутського водосховища в меженний період та порівняння отриманих результатів на ділянках із різним рівнем антропогенного навантаження.

**Матеріали і методи дослідження.** Водозбірна площа Басівкутського водосховища розташована в зоні інтенсивного техногенного перетворення природного середовища. Площа водного дзеркала становить 100,1 га, середня товща води 2,7 м, середня товща донних відкладів (темно-сірий та чорний мул із вкрапленнями рослинності та піску) 1,3 м.

За даними наших попередніх досліджень, у період літньої межені середній вміст хлоридів у воді Басівкутського водосховища змінюється в межах 28,1-31,1 мг/дм<sup>3</sup>, сульфатів 42,5-78,8 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрація фосфатів знаходиться в межах 0,58-0,89 мг/дм<sup>3</sup>, амонійного азоту 0,78-1,33 мг/дм<sup>3</sup>,

азоту нітритного та нітритів відповідно 0,012-0,1 та 0,039-0,33 мг/дм<sup>3</sup>. Разом з тим при найгірших гідрологічних умовах вміст азоту нітратного та нітратів зовсім незначний, відповідно 0,05-0,19 та 0,22-0,86 мг/дм<sup>3</sup>. Вода характеризується високим вмістом органічних речовин, про що свідчать наступні показники: перманганатна окислюваність 11,7-15,5 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, БСК<sub>5</sub> 6,75-8,42 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, коефіцієнт співвідношення продукційно-деструкційних процесів значно вищий 1, прозорість не перевищує 0,25 м.

Стратифікація товщі води в літній період відсутня. При цьому, зона гіполімніону (нижній шар) має гірші показники за ступенем насичення киснем та незначний прояв токсичності за результатами біотестування.

Для озера характерні високі показники продукції фітопланктону, в складі якого за літній сезон спостерігається перехід на монодомінування синьо-зелених водоростей (від 65% до 99%), при абсолютних величинах 3,3 млн кл/дм<sup>3</sup> та 100 г/м<sup>3</sup> відповідно.

Площа заростання прибережної частини вищою водною рослинністю вкрай мала (< 5%). У видовому та чисельному складі іхтіофауни переважають коропоподібні (близько 85%). В аборигенних видів (плітка) відмічаються середні порушення стабільності розвитку морфологічних ознак та незначні ядерні порушення еритроцитів.

Згідно гідрохімічних та гідробіологічних показників, у водосховищі переважають процеси антропогенної евтрофікації, що спричинюють його евтрофний стан з ознаками гіпертрофії. Санітарно-епідеміологічні показники не відповідають нормам рибогосподарської та рекреаційної категорій водокористування.

Відповідно поставленої мети, вивчення екологічних умов літоралі досліджуваного водного об'єкту передбачало проведення інструментальних досліджень із визначення температури води та повітря, вмісту розчиненого у воді кисню та ступені насичення води киснем, окисно-відного потенціалу води та рН водного середовища. Приладну базу становили портативні оксиметр Ezodo та рН/ОВП-метр BROM CT-2861. Визначення проводили впродовж 5 діб, через кожні 4 години в світлову частину доби в період літньої межени, що припав на початок серпня 2021 р. Отримані величини вимірюваних параметрів порівнювали зі шкалою якісної оцінки «Методики» [11].

Для аналізу екологічних умов літоралі Басівкутського водосховища було обрано дві ділянки з різним рівнем антропогенного навантаження (рис. 1).

Перша ділянка розміщена в південній частині водосховища, з лівого берега, на відстані 200 м від входу поверхневих вод р. Устя. В заплаві даної ділянки відсутні забудова та рекреаційні об'єкти. Водоохоронна зона завширшки 50 м дотримана, за якою на місці колишнього гідровідвалу облаштовані городи місцевого населення.

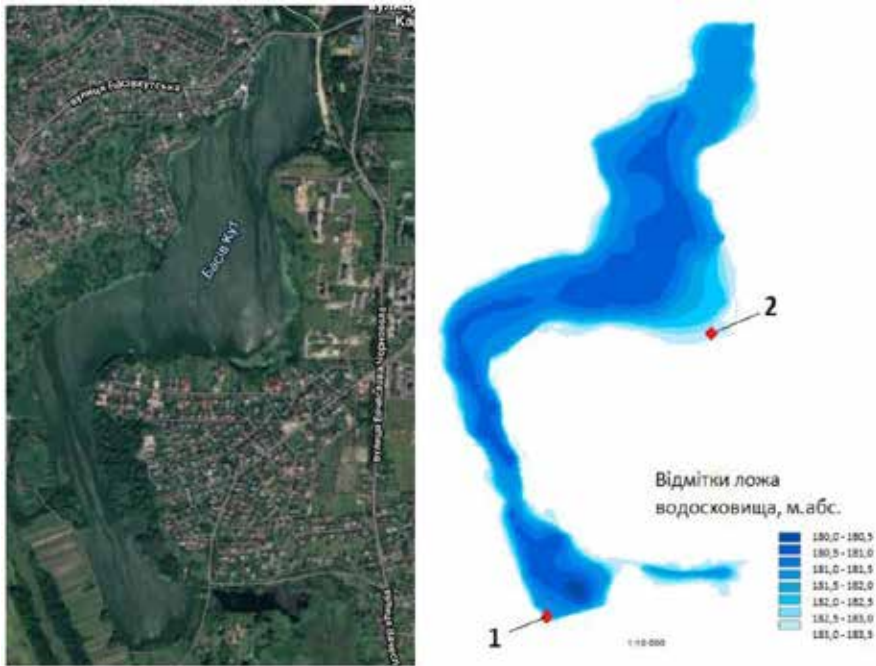


Рис. 1. Ситуаційна карто-схема розташування ділянок спостережень у літоралі Басівкутського водосховища

Друга ділянка розміщена з правого берега центральної частини водосховища, де межі водоохоронної зони грубо порушені територіями приватних домоволодінь. Саме права частина заплави активно забудовується в останні роки, однак позбавлена дренажного збору та системи відведення на очистку поверхневого стоку. Антропогенне навантаження посилюється через вплив автомобільної магістралі, що проходить вздовж правої частини водозбору Басівкутського водосховища.

Всі заміри проводили на відстані 1,0-1,5 м від урізу води, на глибини 0,5-0,6 м, відповідно нормативних рекомендацій [11–13] на ділянках, позбавлених вищої водної рослинності для уникнення впливу фотосинтезуючої активності фітоугруповань. Математичну обробку даних проводили в межах прикладної програми *Statistica 8.0* [12]. Достовірність вимірюваних параметрів визначали за допомогою t-критерію Стьюдента із рівнем значимості  $p \leq 0,05$ .

**Результати досліджень.** Суттєвий вплив на життя водойм чинять такі показники, як вміст розчиненого кисню та ступінь насичення води киснем. Кисневий режим водойм залежить від сукупної дії багатьох факторів, а отже є відображенням загальних екологічних умов. Аналіз результатів, отриманих при відстеженні добової динаміки обох показників на

ділянках Басівкутського водосховища з різним рівнем антропогенного навантаження виявляє їх суттєву різницю (рис. 2, 3).

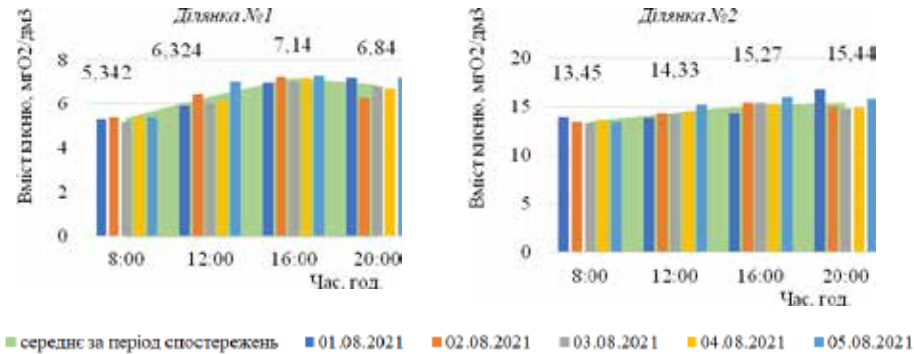


Рис. 2. Добова динаміка вмісту розчиненого у воді кисню в літоралі Басівкутського водосховища

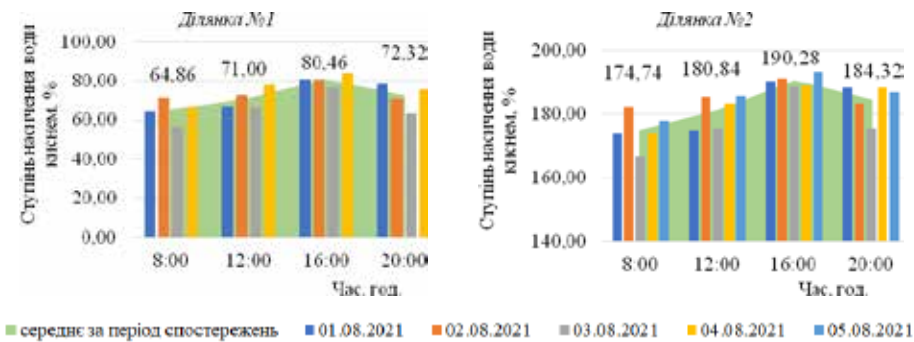


Рис. 3. Добова динаміка ступені насичення води киснем у літоралі Басівкутського водосховища

Так, середньодобовий вміст розчиненого у воді кисню на першій ділянці становив  $6,41 \pm 0,78$  мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, а на другій  $14,62 \pm 0,92$  мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Ступінь насичення води киснем, відповідно  $72,16 \pm 6,41\%$  та  $182,55 \pm 6,5\%$ . За екологічними нормативами це відносило якість води на першій ділянці до 4 категорії III класу якості, як за вмістом у воді кисню (мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) так і за ступенем насичення води киснем (%). На другій ділянці, хоча вміст кисню і перевищував 8 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, судити про добру якість води неможливо, оскільки показник насичення води киснем відносив її до 7 категорії V класу. Тобто, за категорією, на ділянці № 1 стан води по аналізованих показниках кисневого режиму характеризувався як «задовільний», сту-

пінь чистоти «слабко забруднена». На ділянці № 2, відповідно як «дуже поганий», «дуже брудна». Цілком очевидно, що головною причиною такої різниці є скупчення великої біомаси синьо-зелених водоростей, яке відмічалось на другій ділянці впродовж всього періоду досліджень. Оскільки вимірювання проводились у світлову частину доби, показники кисневого режиму відчутно зростали внаслідок автотрофної діяльності планктонних угруповань.

Реакція водного середовища теж мала певну відмінність за значеннями величини рН на обраних для досліджень ділянках (рис. 4).

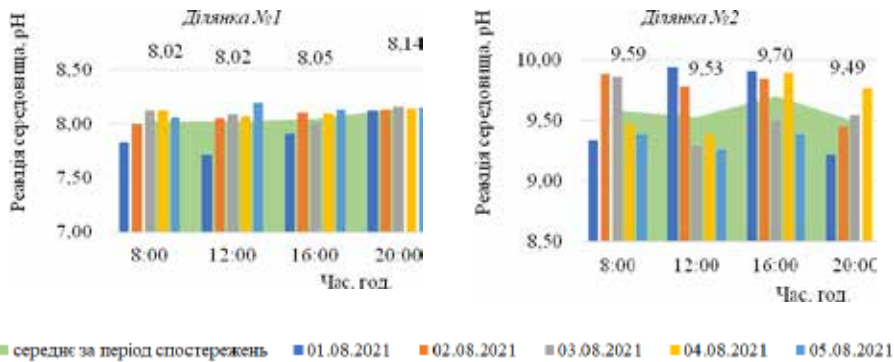


Рис. 4. Добова динаміка реакції середовища в літоралі Басівкутського водосховища

Так, середньодобові значення на першій ділянці мали величину рН  $8,06 \pm 0,06$ , а на другій  $9,58 \pm 0,09$ . За екологічними нормативами це мало відмінність у межах категорій різних класів. Зокрема на ділянці № 1 значення рН відносили якість води до 6 категорії IV класу – стан «понаний», ступінь чистоти «брудна», води лужні. На ділянці № 2 до 7 категорії V класу – стан «дуже поганий», ступінь чистоти «дуже брудна», води сильнолужні. Як відомо, літом рН для більшості річкових вод становить 7,4-8,2 та певною мірою обумовлюється геологією водозбірного басейну. Тож, якщо на ділянці № 1 середньодобові значення не перевищували верхньої границі можливих природних значень рН, то на ділянці № 2 можна говорити про несприятливі екологічні умови водного середовища для водної екосистеми. Дане твердження підкріплюється і нормами рекреаційного та водогосподарського водокористування, відповідно до яких значення рН у водоймах не повинно виходити за межі 6,5-8,5.

Вивчення температурного фактору проводилось як для водного середовища, так і для повітряного, оскільки він є одним із визначальних екологічних факторів для екосистем різних рівнів.

Оскільки при проведенні наших досліджень усі вимірювання проводились синхронно, температура повітря мала мінімальну розбіжність значень на обох ділянках (рис. 5).

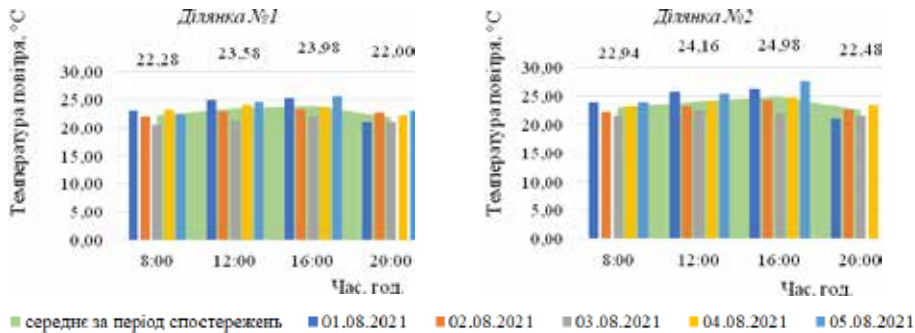


Рис. 5. Добова динаміка температури повітря за період проведення досліджень

На першій ділянці за середніми значеннями температури повітря в світлий період доби відмічались покази на рівні  $22,96 \pm 0,97^\circ\text{C}$ , а на другій  $23,64 \pm 1,14^\circ\text{C}$ .

Як відомо, для водних екосистем температура води впливає на характер протікання фізичних, хімічних, біохімічних та біологічних процесів, від неї значною мірою залежить вміст кисню та інтенсивність процесів самоочищення. При цьому, водні екосистеми характеризуються повільним охолодженням і нагріванням води, що пов'язано з високою теплоємністю води.

За період наших досліджень значних коливань у добовій динаміці води не відмічалось, проте була помітною певна різниця між температурою води на різних ділянках водосховища. Зокрема, на першій ділянці середня температура води становила  $20,57 \pm 0,58^\circ\text{C}$ , а на другій  $23,96 \pm 0,33^\circ\text{C}$  (рис. 6).

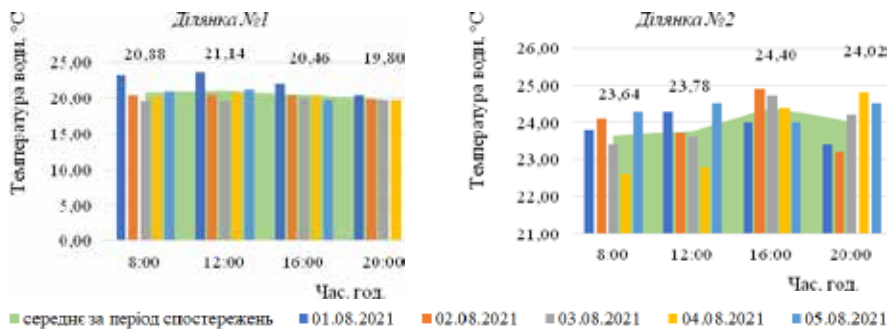
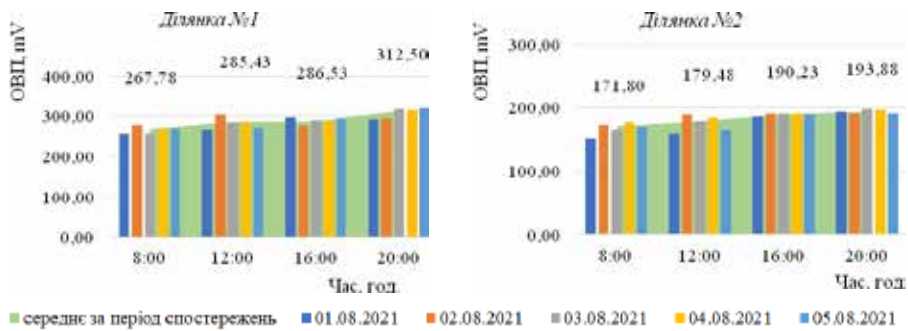


Рис. 6. Добова динаміка температури води в літоралі Басівкутського водосховища

Однією з важливих характеристик екологічних умов водойм є показник редокс потенціал (Eh), який обумовлений сукупністю окисно-відновних процесів, що відбуваються в природних водах. У літоралі Басівкутського водосховища в меженний період були зафіксовані середні величини Eh на рівні  $288,06 \pm 18,42$  мВ на ділянці № 1 та  $182,55 \pm 6,50$  на ділянці № 2 (рис. 7).



**Рис. 7. Добова динаміка редокс потенціалу (Eh) в літоралі Басівкутського водосховища**

В обох випадках, отримані величини не є оптимальними для природних вод, із огляду на відображення екологічних умов у водній екосистемі. Хоча, на першій ділянці величина Eh мала значення, які характеризують «задовільну» якість, а на другій «погану» якість води.

Для відстеження взаємовпливу екологічних параметрів, було проведено кореляційний аналіз отриманих величин (табл. 1).

**Таблиця 1. Коефіцієнти парної кореляції між показниками екологічних умов літоралі Басівкутського водосховища в меженний період\***

Показники	O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	O <sub>2</sub> , %	pH	t <sub>повітря</sub> , °C	t <sub>води</sub> , °C
O <sub>2</sub> , %	$\frac{0,924}{0,897}$				
pH	$\frac{0,524}{0,073}$	$\frac{0,222}{0,474}$			
t <sub>повітря</sub> , °C	$\frac{0,439}{0,187}$	$\frac{0,674}{0,579}$	$\frac{-0,534}{0,752}$		
t <sub>води</sub> , °C	$\frac{-0,572}{0,829}$	$\frac{-0,352}{0,973}$	$\frac{-0,959}{0,618}$	$\frac{0,453}{0,571}$	
Eh, мВ	$\frac{0,718}{0,897}$	$\frac{0,401}{1,000}$	$\frac{0,913}{0,474}$	$\frac{-0,241}{0,579}$	$\frac{-0,818}{0,973}$

\*Примітка: у чисельнику та знаменнику – відповідно, між рядами даних у межах ділянки № 1 та ділянки № 2.



Отримані величини парних коефіцієнтів відображують помітне значення в формуванні екологічних умов літоралі водосховища вмісту розчиненого в воді кисню. Передусім, вміст кисню має тісний і помітний зв'язок із показником насичення води киснем ( $r=0,92$  у межах ділянки № 1;  $r=0,89$  у межах ділянки № 2) та з редокс потенціалом ( $r=0,72$  у межах ділянки № 1;  $r=0,89$  у межах ділянки № 2). У свою чергу, показник насичення води киснем суттєво корелює з температурним фактором, що найбільш помітно в парі з температурою повітря ( $r=0,67$  у межах ділянки № 1;  $r=0,58$  у межах ділянки № 2). Безпосередньо, температура води тісно корелювала з показником насичення води киснем лише в межах другої ділянки ( $r=0,97$ ). Температурний фактор та редокс потенціал мали також залежність із реакцією середовища, хоча найбільш помітною вона виявилась у межах першої ділянки. Суттєвим виявився і зв'язок між температурою води та редокс потенціалом ( $r=-0,82$  у межах ділянки № 1;  $r=0,97$  у межах ділянки № 2).

Цікаво, що зв'язки, котрі описувались прямою та зворотною кореляцією не співпадали на досліджуваних ділянках. Зокрема, зв'язки між такими парами як  $O_2$ , мг/дм<sup>3</sup> та  $t_{\text{води}}$ , °C;  $O_2$ , % та  $t_{\text{води}}$ , °C; рН та  $t_{\text{повітря}}$ , °C; рН та  $t_{\text{води}}$ , °C;  $t_{\text{води}}$ , °C та Eh, мВ мали зворотну кореляцію в межах першої ділянки, а в межах ділянки № 2 пряму кореляцію. На наш погляд, це пояснюється можливим впливом інших факторів, які мають місце при посиленому антропогенному навантаженні та здатні порушувати нормальний баланс компонентів та взаємозв'язок факторів у водних екосистемах. Наприклад, зворотна кореляція із середньою тісністю зв'язку ( $r=-0,57$ ) між температурою води і вмістом розчиненого в ній кисню, що була встановлена в межах ділянки № 1, свідчить про те, що зі зростанням температури води, вміст кисню в ній понижується. Такий сценарій, як відомо, має місце в більшості водних екосистем. Однак, у межах другої ділянки зв'язок між даними параметрами виявився більш помітним ( $r=0,83$ ) та описувався прямою кореляцією, що відображує зростання вмісту розчиненого в воді кисню при підвищенні температури води. Оскільки наші дослідження виконувались у світловий період доби, цілком логічно припустити, що наявні в межах другої ділянки потужні скупчення синьо-зелених водоростей і є причиною підвищених концентрацій розчиненого в воді кисню, внаслідок їх фотосинтетичної діяльності. А самі ж скупчення синьо-зелених фітопланктонних угруповань, є наслідком підвищених концентрацій фосфатів та порушення балансу в співвідношенні N/P, які ймовірно мають місце в межах другої ділянки. У цілому ж, можна зауважити, що формування зв'язків між показниками екологічного стану літоралі Басівкутського водосховища має абсолютно різний характер на ділянках із різним рівнем антропогенного навантаження.

**Висновки та перспективи розвитку в даному напрямку.** Проведене дослідження добових змін факторів формування екологічних умов літоралі Басівкутського водосховища в межений період на ділянках із різним рівнем антропогенного навантаження (№ 1 та № 2) виявило помітну різницю між більшістю показників. Зокрема, середній вміст розчиненого у воді кисню ( $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ ) та ступені насичення води киснем ( $\text{O}_2$ , %) були в 2,3 та 2,5 разів вище на ділянці, що зазнає посиленого антропогенного навантаження (№ 2). За якістю води це мало розбіжність у межах характеристики «слабко забруднена» та «дуже брудна» вода відповідно. Реакція середовища мала значення із розбіжністю в 1,2 рази, в межах характеристик «брудна», лужна вода на ділянці № 1 та «дуже брудна», сильнолужна вода на ділянці № 2. Середня температура води виявилась на  $3,4^\circ\text{C}$  вищою на ділянці № 2, хоча динаміка температури повітря під час проведення досліджень була майже ідентичною на обох ділянках. І хоча значення показника редокс потенціалу (Eh), були в 1,6 разів вищими на першій ділянці, вони свідчили про «задовільну» та «погану» якість води, відповідно на ділянці № 1 та № 2.

Встановлені коефіцієнти парної кореляції між досліджуваними показниками екологічних умов мали помітний та тісний зв'язок для пар з вмістом розчиненого у воді кисню (від  $r = -0,57$  до  $r = 0,92$ ), рН (від  $r = -0,53$  до  $r = 0,91$ ) та температурою води (від  $r = -0,82$  до  $r = 0,97$ ). При цьому, зворотна кореляція мала місце для залежностей між показниками першої ділянки, а між показниками другої ділянки парні коефіцієнти мали пряму кореляцією, що є свідченням порушення взаємозв'язків компонентів та балансу речовин у літоралі водосховища, на ділянках із посиленим рівнем антропогенного навантаження.

Оскільки на екологічних характеристиках Басівкутського водосховища позначаються, передусім, порушення структури землекористування, наявність точкових і дифузійних джерел забруднення, а також приймання вод незадовільної якості, це вимагає проведення спеціальних природоохоронних та інженерних заходів спрямованих на підтримання його збалансованого стану.

## CHANGES IN THE ECOLOGICAL CONDITIONS OF THE LITTORAL OF THE RESERVOIR DURING THE INTERGENERATIONAL PERIOD

*Klymenko M.O. – Doctor of Agricultural, Professor,*

*Biedunkova O.O. – Doctor of Biological, Associate Professor,*

*Pryshchepa A.M. – Doctor of Agricultural, Professor,*

*Statnyk I.I. – Candidate (phD) of Agricultural, Associate Professor,*

*Kuryliuk O.M. – Graduate student,*

*National University of Water and Environmental Engineering, Rivne*

The formation of the ecological conditions of the littoral of the reservoirs is influenced by the interaction of a complex factors. Among the abiotic factors are the reaction of the aquatic medium, the oxygen and temperature regime, redox potential. However, in each body of water, these factors work differently. Everything depends on physical geography, climate, hydrological season and the intensity of anthropogenic factors.

The purpose of our research was to monitor daily changes of factors of formation of environmental conditions of Basiv Kyt reservoir during the inter-temporal period. We compared results at sites with different anthropogenic loads (Section 1 – Opening of floodplains, observance of the boundaries of the water protection zone; Section 2 – intensive construction of floodplains, unauthorized inputs of pollutants and violation of the boundaries of the water protection zone). Based on the results of the instrumental measurements of the environmental parameters of the aquatic environment, the average daily content of oxygen dissolved in water was  $6.41 \pm 0.78 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  in the first section and  $14.62 \pm 0.92 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  in the second. Oxygen saturation,  $72.16 \pm 6.41\%$  and  $182.55 \pm 6.5\%$ . This characterised the water quality as «low polluted» and «very dirty» respectively. The average daily pH values in the first plot were  $8.06 \pm 0.06$  – state «bad», degree of purity «dirty», water alkali; on the second  $9.58 \pm 0.09$  – state «very bad», degree of purity «very dirty», water strong alkali. The average temperature of the water in the first section was  $20.57 \pm 0.58^\circ\text{C}$ , and in the second  $23.96 \pm 0.33^\circ\text{C}$ . The average Eh was  $288.06 \pm 18.42 \text{ mV}$  on site 1 and  $182.55 \pm 6.50$  on site 2, which characterized the «satisfactory» and «poor» water quality, respectively. The coefficients of the paired correlation between the values studied were noticeable and close for vapors with dissolved oxygen in water (from  $r=-0.57$  to  $r=0.92$ ), pH (from  $r=-0.53$  to  $r=0.91$ ) and water temperature (from  $r=-0.82$  to  $r=0.97$ ). However, the inverse correlation was for the relationships between the indicators of the first section and the coefficients of the second section were directly correlated. We concluded that the relationships between the components and the balance of substances in the reservoir's littoral were disrupted and that there was a need to adopt environmental and engineering measures to maintain its balanced state.

Keywords: oxygen regime of reservoirs, water temperature, redox potential.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Тихомиров О.А. Пространственная дифференциация и динамика горизонтальной структуры акваальных комплексов равнинных водохранилищ. *Эволюция и динамика геосистем*, № 2, 2012. С. 19–23.

2. Wetzel R.G. Limnology: Lake and River Ecosystems. San Diego : Academic Press, 2001. 1006 с.
3. Сердюк С.М., Довганенко Д.О., Луньова О.В. Сучасні деформації берегової лінії Дніпровського водосховища в контексті можливих гео-екологічних наслідків. *Екологічні науки*, № 2(29). Т. 2, 2020. С. 76–81.
4. Смирнова М.В., Чебан Е.Ю., Глухова В.С., Носова А.Д., Сустретова Н.В. Пространственная изменчивость гидрохимических показателей на отдельных участках Горьковского и Чебоксарского водохранилищ. *Научные проблемы водного транспорта*, № 57, 2018. С. 51–59.
5. Поддубный С.А., Чемерис Е.В., Бобров А.А. Влияние режима уровня воды на заростание мелководий Рыбинского водохранилища (обзор). *Биология внутренних вод*, № 4, 2018. С. 38–46.
6. Ермолаева Н.И., Зарубина Е.Ю., Баженова О.П., Двуреченская С.Я., Михайлов В.В. Влияние абиотических и трофических факторов на суточную горизонтальную миграцию зоопланктона в литоральной зоне Новосибирского водохранилища. *Биология внутренних вод*, № 4, 2019. С. 50–59.
7. Кузнецова Е.В., Косолапов Д.Б., Белькова Н.Л. Разнообразие планктонных бактерий Дургунского и Тайширского водохранилищ (Западная Монголия). *Микробиология*, Т. 89, № 5, 2020. С. 604–611.
8. Tolotti M., Guella G., Herzig A., Rodeghiero M., Rose N. et al. Assessing the ecological vulnerability of the shallow steppe Lake Neusiedl (Austria-Hungary) to climate-driven hydrological changes using a palaeolimnological approach. *Journal of Great Lakes Research*. Available online 28 June 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2021.06.004>
9. Алексієнко М.В., Колесник Н.Л., Симон М.Ю. Видовий склад та просторово-часовий розподіл молоді риб літоралі Канівського водосховища. *Рибогосподарська наука України*, № 4, 2013. С. 50–59.
10. Иванова Е. А. Роль литорали водохранилища в «инициации» цветения воды сине-зелёными водорослями. *Сибирский экологический журнал*, № 1, Т. 13, 2006. С. 105–113.
11. Романенко В.Д., Жукинский В.М., Окснюк О.П. Методика экологической оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям. К. : СИМВОЛ–Т, 1998. 28 с.
12. Айвазян С. А. Прикладная статистика: Исследование зависимостей : справ. Издание. М. : Финансы и статистика, 1985. 487 с.

#### REFERENCES

1. Tihomirov O.A. (2012). *Prostranstvennaya differenciaciya i dinamika gorizontol'noj struktury akval'nyh kompleksov ravninnyh vodohranilishch*. [Spatial differentiation and horizontal dynamics of the aquatic complexes

- of lowland reservoirs]. *Evolyuciya i dinamika geosystem* [Evolution and dynamics of geosystems]. Vol. 2, 19–23. [in Russian].
2. Wetzel R.G. (2001) *Limnology: Lake and River Ecosystems*. San Diego : Academic Press. 1006 p.
  3. Serdiuk S.M., Dovhanenko D.O., Lunova O.V. (2020). *Suchasni deformatsii berehovoї linii Dniprovs'koho vodoskhovishcha v konteksti mozhlivyykh heoekolohichnykh naslidkiv* [Modern deformations of the shoreline of the Dnieper reservoir in the context of possible geocological consequences]. *Ekolohichni nauky* [Environmental sciences]. no. 2(29), Vol. 2, 76–81. [in Ukrainian].
  4. Smirnova M.V., CHEban E.YU., Gluhova V.S., Nosova A.D., Sustretova N.V. (2018). *Prostranstvennaya izmenchivost' gidrohimicheskikh pokazatelej na otdel'nykh uchastkakh Gor'kovskogo i CHEboksars'kogo vodohranilishch* [Spatial variability of hydrochemical indicators at selected sites of Gorky and Cheboksary reservoirs]. *Nauchnye problemy vodnogo transporta* [Scientific issues of water transport], no. 57, 51–59. [in Russian].
  5. Poddubnyj S.A., Chemeris E.V., Bobrov A.A. (2018). *Vliyanie rezhima urovnya vody na zarostanie melkovodij rybinskogo vodohranilishcha (obzor)* [Impact of the water level regime on shallow water reservoir (overview)]. *Biologiya vnutrennih vod* [Biology of inland waters], no. 4, 38–46. [in Russian].
  6. Ermolaeva N.I., Zarubina E.YU., Bazhenova O.P., Dvurechenskaya S.YA., Mihajlov V.V. (2019). *Vliyanie abioticheskikh i troficheskikh faktorov na sutochnuyu gorizontall'nyuyu migraciyu zooplanktona v litoral'noj zone Novosibirskogo vodohranilishcha* [The influence of abiotic and trophic factors on the daily horizontal migration of zooplankton in the littoral zone of the Novosibirsk reservoir]. *Biologiya vnutrennih vod* [Biology of inland waters], no. 4, 50–59. [in Russian].
  7. Kuznecova E.V., Kosolapov D.B., Bel'kova N.L. (2020). *Raznoobrazie planktonnykh bakterij Durgunskogo i Tajshirskogo vodohranilishch (Zapadnaya Mongoliya)* [Diversity of planktonic bacteria of the Durgun and Taishire reservoirs (Western Mongolia)]. *Mikrobiologiya* [Microbiology], no. 5, Vol. 89, 604–611. [in Russian].
  8. Tolotti M., Guella G., Herzig A., Rodeghiero M., Rose N. et al. (2021). Assessing the ecological vulnerability of the shallow steppe Lake Neusiedl (Austria-Hungary) to climate-driven hydrological changes using a palaeolimnological approach. *Journal of Great Lakes Research*. Available online 28 June 2021. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2021.06.004>
  9. Aleksiienko M.V., Kolesnyk N.L., Symon M.Yu. (2013). *Vydovyi sklad ta prostorovo-chasovi rozpodil molodi ryb litali Kanivskoho vodoskhovishcha* [Species composition and spatio-temporal distribution of

- young fish in the littoral of the Kaniv Reservoir]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy* [Fisheries science of Ukraine], no. 4, 50–59. [in Ukrainian].
10. Ivanova E.A. (2006). *Rol' litorali vodohranilishcha v «iniciacii» cveteniya vody sine-zelyonymi vodoroslyami* [Role of the littoral of the reservoir in «initiation» of water flowering with blue-green algae]. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal* [Siberian ecological journal], no. 1, Vol. 13, 105–113. [in Russian].
  11. Romanenko V.D., Zhukinskij V.M., Oksiyuk O.P. (1998). *Metodika ekologicheskoy ocenki kachestva poverhnostnyh vod po sootvetstvuyushchim kategoriyam* [Methodology for environmental assessment of surface water quality by category]. Kyiv : SIMVOL–T. [in Russian].
  12. Ajvazyan S. A. (1985). *Prikladnaya statistika: Issledovanie zavisimostej : sprav. Izdanie* [Applied Statistics: Dependency Study: A Reference Publication]. Moscow : Finansy i statistika. [in Russian].