УДК 556.55 : 556.114 (477.63)

© О. В. Федоненко, О. В. Слабоспицька

СЕЗОННА ДИНАМІКА ТРОФО-САПРОБІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ СЕРЕДНЬОЇ ЧАСТИНИ ЗАПОРІЗЬКОГО (ДНІПРОВСЬКОГО) ВОДОСХОВИЩА

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
49010, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72; e-mail: gidro-dnu@mail.ru

Федоненко О. В., Слабоспицька О. В. **Сезонна динаміка трофо-сапробіологічних показників води середньої частини Запорізького (Дніпровського) водосховища.** – Аналіз сезонної динаміки трофо-сапробіологічних показників за маловодні 2009-2010 рр. дозволив установити, що вона залежить не тільки від водності року, але й від інших факторів перебігу гідробіологічних процесів. Унаслідок цього в близькі за водністю роки спостерігаються різні, навіть протилежні закономірності змін досліджених показників. За допомогою кореляційного аналізу виявлені залежності між вивченими трофо-сапробіологічними індексами, встановлено взаємозв'язок гідрохімічних та гідробіологічних процесів. За еколого-санітарною класифікацією, вода оцінена як задовільна, вона належала до ІІІ класу, 4-5 категорій «слабко забруднена» – «помірно забруднена», евтрофна, 0-β-мезосапробна.

Ключові слова: якість води, гідрохімічні показники, гранично припустимі концентрації, рівні забруднення.

Вступ

Проблеми, пов'язані з екологічним станом Запорізького водосховища, а також із формуванням якості води в ньому, набувають особливої актуальності в сучасних умовах. Водосховище належить до водойм комплексного призначення, що застосовуються для комунально-господарських потреб, питного водопостачання населення, рекреації, а також для рибогосподарського користування. За період свого існування Запорізьке водосховище зазнавало різких змін режиму експлуатації, що відображалось на стані всіх абіотичних та біотичних компонентів водної екосистеми [8]. Сучасний етап існування водосховища характеризується посиленим антропогенним тиском у зв'язку з високою щільністю населення, функціонуванням потужних промислових, енергетичних та сільськогосподарських виробництв, які застосовують технології з низьким рівнем екологічної безпеки [3-5, 9], що негативно впливає на водне середовище, живі організми та екосистему загалом.

Загальновідомо, що якість води як середовища існування гідробіонтів відіграє визначальну роль для всієї водної екосистеми. Різностороння діяльність людини призводить до змін хімічного складу водного середовища, причому переважна більшість їх оцінюються як несприятливі. Збагачення води біогенними та взагалі органічними речовинами, зменшення концентрації кисню, зміни pH супроводжуються значним погіршенням екологічного та санітарного стану водного середовища [7, 9]. Погіршення якості води, у свою чергу, викликає локальні зміни структури угруповань гідробіонтів водосховища: зниження їх кількісного розвитку, зменшення біорізноманіття. Наслідком цього може бути падіння загальної біопродуктивності та зокрема рибопродуктивності. Тому при вирішенні питань раціонального рибогосподарського користування важливу роль відіграє визначення якості води, а також дослідження динаміки процесів забруднення за еколого-санітарними (трофо-сапробіологічними) характеристиками.

У період з 1951 до 1976 рр. хімічний склад води Запорізького водосховища систематично досліджувався І. А. Денісовою та О. П. Нахшиною [6, 7], у подальші роки дослідження проводили Л. М. Горєв, В. І. Пелешенко, В. К. Хільчевський, П. Н. Линник [2, 9, 14].

У 2000 р. кафедрою гідробіології та іхтіології сумісно з лабораторією гідробіології та іхтіології НДІ біології ДНУ були випущені довідник та монографія «Запорізьке водосховище», де надано ретроспективний аналіз хімічного складу води за період з 1929 до 1999 рр. [10, 11]. За загальною оцінкою було визначено, що вода водосховища на більшості ділянок належить до 3 класу якості, 4 категорії (задовільна), евтрофна, 0-β-мезосапробна. На підставі багаторічних досліджень було встановлено, що формування гідрохімічного режиму

на сучасному етапі проходить під впливом зовнішніх факторів, таких як стік, що живить водойму, кількість опадів, антропогенне навантаження, а також швидкість водообміну і внутрішньоводоймні процеси, серед яких велику роль відіграє самозабруднення водосховища внаслідок гіперакумуляції синьозелених водоростей [6, 10, 11]. На визначну роль швидкості водообміну в розвитку гідробіологічних і гідрохімічних процесів указує також [9].

Надалі гідрохімічні дослідження води Запорізького водосховища, у тому числі її оцінка за трофо-сапробіологічними показниками, не мали такої щорічної систематизації [8, 9], а дані за останні роки зовсім не представлені в науковій літературі. Однак процеси евтрофування, «цвітіння» водосховища, погіршення його кисневого режиму потребують не тільки системних та регулярних моніторингових досліджень, але й поглибленого аналізу причин виявлених явищ з метою мінімізації їх негативних наслідків.

З урахуванням вищезазначеного метою нашої роботи було дослідження сезонної динаміки трофо-сапробіологічних показників води середньої частини Запорізького водосховища в 2009-2010 рр.

Матеріали та методи дослідження

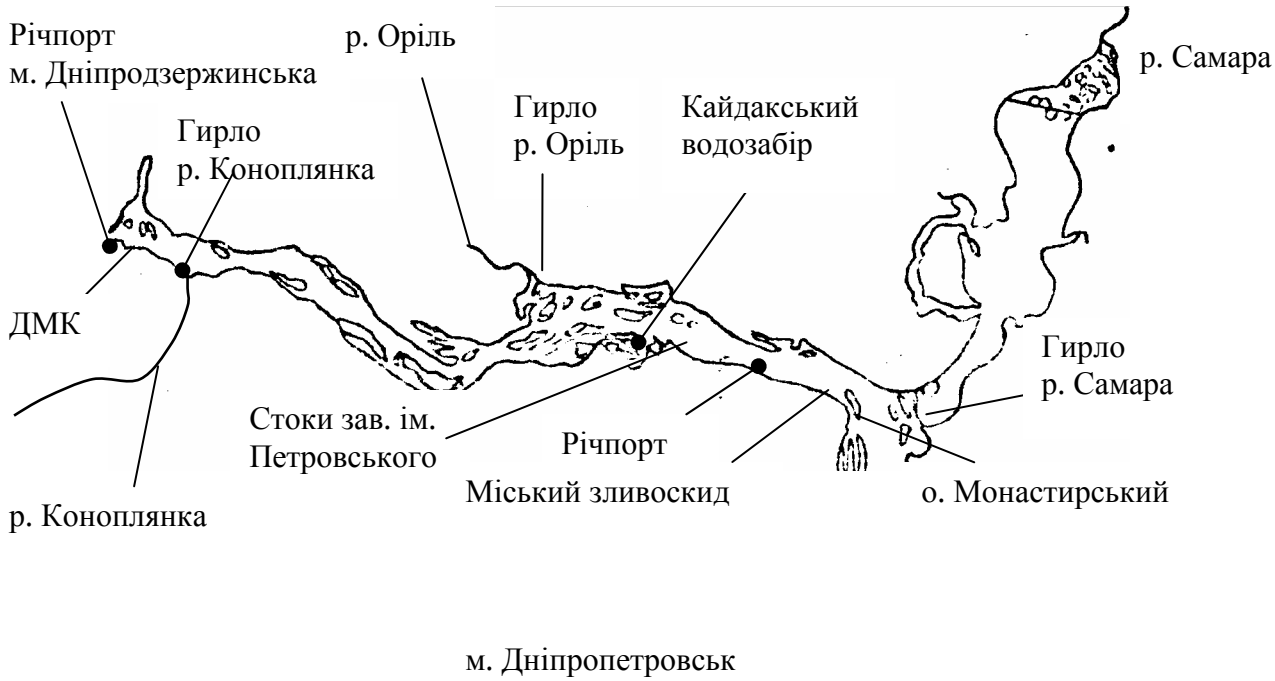
Оцінка якості води водосховища проводилася за такими показниками: концентрація водневих іонів, вміст розчиненого кисню, розчиненого аміаку, нітритів, фосфатів, перманганатної та біхроматної окиснюваності, $БСК_5$. Вибір цих показників відповідає гідрохімічній частині блоку трофо-сапробіологічних показників при еколого-санітарній оцінці якості води, визначенні природного стану та ступеня антропогенного забруднення води, а також дозволяє порівняти їх значення з гранично припустимими концентраціями гідрохімічних показників для водойм рибогосподарського користування. Як методичну базу для виконання оцінки застосовували «Методику екологічної оцінки поверхневих вод за відповідними категоріями» [13], трофо-сапробіологічний індекс визначали за основними еколого-санітарними показниками якості води, які є найбільш суттєвими індикаторами антропогенного навантаження водойм.

Дослідження проводилося в межах м. Дніпропетровська. Ця частина Запорізького водосховища характеризується підвищеним антропогенним навантаженням за рахунок промислових та господарсько-побутових стічних вод. Відбір проб здійснювали на правому та лівому берегах Дніпра в 100 м вище Кайдацького водозабору (рис. 1) щодекадно протягом 2009-2010 рр. Відбирання, обробку проб води та визначення трофо-сапробіологічних показників виконували за [12, 15]. Оцінка якості води проводилася за середніми значеннями показників за сезонами року [13].

Результати дослідження та їх аналіз

Основні гідрохімічні показники, отримані по сезонах за 2009-2010 рр. дослідження, відображені в табл. 1. Дані свідчать, що вміст аміаку у воді Запорізького водосховища перевищує рибогосподарські ГПК від 5 до 8 разів. За іншими гідрохімічними індексами перевищення немає.

Гідрохімічний режим водосховища найбільш повно характеризується рівнем біогенних речовин, у першу чергу, сполук нітрогену та фосфору. З неорганічних форм нітрогену нами досліджувався вміст у воді нітритів та амонійного азоту (див. табл. 1), а також був розрахований підсумковий азот. Концентрацію нітратів визначали, але вона практично в усіх випадках була нижче за мінімальний вірогідний рівень визначення за методикою [15], тобто нижче 2,22 мг/дм^3, у зв’язку з чим вона не наведена в табл. 1, хоча увійшла до складу величини підсумкового азоту.



Таблиця 1

Середні величини гідрохімічних показників за сезонами 2009-2010 рр.

Показники	зима		весна		літо		осінь		середньорічне	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
pH	7,99	8,22	8,6	7,92	7,8	7,86	8,0	8,32	8,12	8,08
NH_3, мг/дм³	0,27	0,35	0,29	0,41	0,32	0,33	0,3	0,34	0,3	0,36
NO_2, мг/дм³	0,13	0,073	0,06	0,06	0,04	0,067	0,043	0,017	0,065	0,06
PO_4, мг/дм³	0,39	0,41	0,16	0,18	0,42	0,34	0,48	0,42	0,36	0,33
ПО, мгО/дм³	12,0	12,1	11,3	12,0	11,8	12,1	11,9	13,1	11,8	12,3
$БСК_5$	2,04	2,03	2,01	2,3	1,7	1,82	1,9	1,87	1,92	2,01
ХСК	30,6	29,6	32,4	33,6	32,1	34,4	32,4	33,5	31,9	32,8
O_2, мгО/дм³	12,6	12,1	11,9	13,7	6,12	5,76	8,52	9,95	9,79	10,37

Нітроген – один із найважливіших біогенних елементів для рослинних і тваринних організмів і мікроорганізмів. Зміни його концентрації у воді, зокрема при забрудненні водойм промисловими стічними водами чи агростоками не відбуваються безслідно для екосистеми: зменшення може бути причиною погіршення життєдіяльності аеробних мікроорганізмів, рослинних організмів товщі води, а збільшення, особливо в поєднанні з підвищенням вмісту фосфатів веде до сплеску розвитку синьозелених водоростей зі зсувом рівноваги у водній екосистемі в бік процесів евтрифікації та токсифікації.

Річна динаміка амонійного азоту, нітритів та підсумкового азоту відображена на рис. 2 (2009 р.) та рис. 3 (2010 р.). Хоча обидва роки були близькими за водністю (2009 р. – маловодний, а 2010 р. – дуже маловодний), криві змін показників досить сильно відрізнялися.

У 2009 р. хід кривих був дуже плавним, без піків. Максимальні значення нітритів (до 0,2 мг/дм³) та підсумкового азоту (0,42 мг/дм³) визначені на початку року, амонійного азоту (0,35 мг/дм³) – у серпні. 2010 рік відрізнявся досить різкими коливаннями величин показників, з вираженими піками для нітритів та підсумкового азоту в лютому, травні та серпні (максимальне значення 0,1 мг/дм³ – для нітритів, 0,53 мг/дм³ – для другого

показника). Хід кривої для амонійного азоту в цілому повторював динаміку підсумкового азоту, але піки були зміщені: весняний – на квітень, літній – на вересень. Максимальні значення цього показника виявлені навесні (0,45 мг/дм³), але вони не перевищували рибогосподарських ГПК (0,5 мг/дм³).

Взагалі вміст біогенних елементів у воді дуже варіює та змінюється за сезонами. Для порівняльного аналізу за сезонами та між 2009 і 2010 рр. дані з вмісту у воді Запорізького водосховища амонійного азоту та нітритів представлені на рис. 4 у вигляді діаграми.

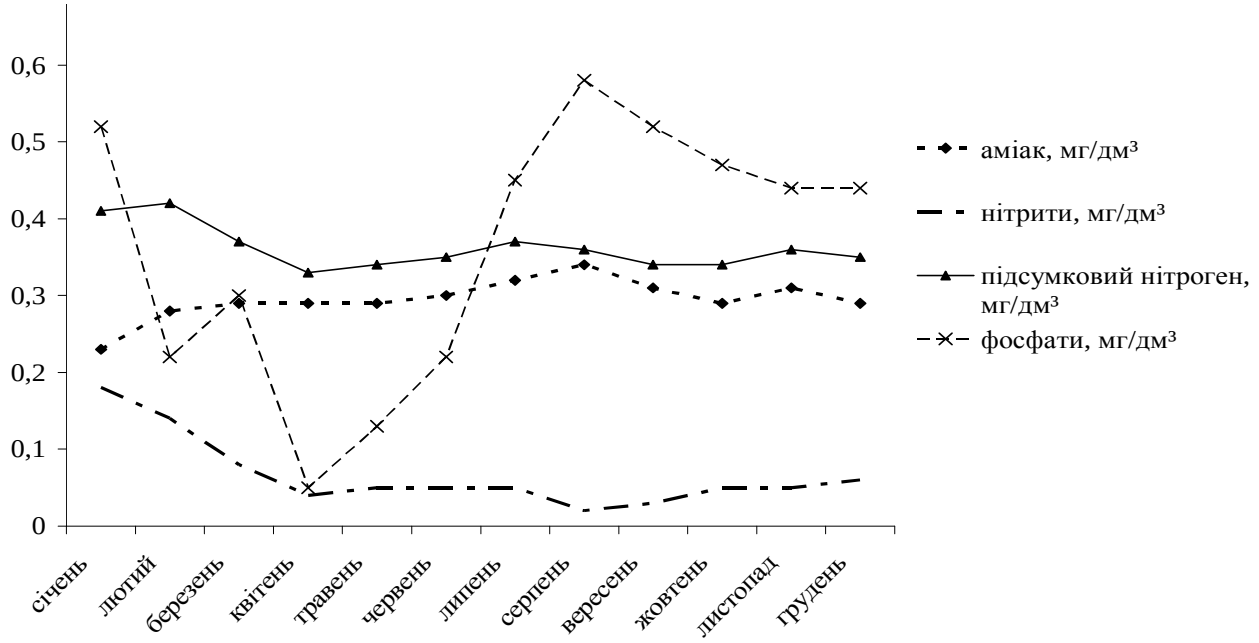


Рис. 2. Річна динаміка амонійного азоту, нітритів, підсумкового азоту та фосфатів у 2009 р.

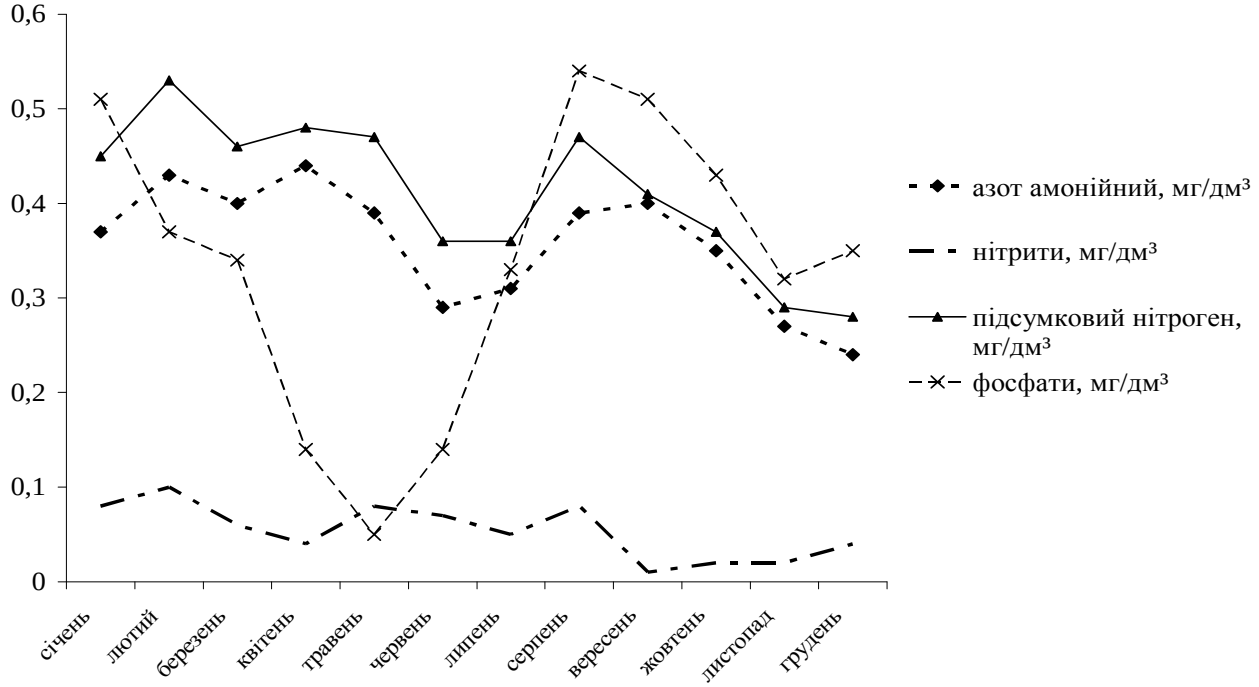


Рис. 3. Річна динаміка амонійного азоту, нітритів, підсумкового азоту та фосфатів у 2010 р.

Щодо сезонної зміни концентрації нітритів, то найбільші величини (до 0,2 мг/дм³ у 2009 р. та 0,1 мг/дм³ у 2010 р.) припадають на ранньовесняний період, що є результатом мінералізації азотовмісних сполук протягом зими. Далі їх вміст не перевищував сотих часток міліграма в 1 дм^3. Восени вміст нітрит-іонів у воді стає, як правило, мінімальним, знижуючись майже до нуля. Як відомо, нітрит-іони є проміжним продуктом нітрифікації. Вони хімічно нестійкі і швидко окислюються до нітрат-іонів при наявності у воді достатніх кількостей розчиненого кисню. Підвищення концентрації іонів NO_2^- у воді може бути зумовлено посиленням процесів розкладання органічних залишків за умови уповільненого окислювання NO_2^- до NO_3^-.

Подібне може спостерігатися внаслідок недостатнього насичення води киснем чи швидкого його витрачання на інші процеси. Підтвердження цьому припущенню можна знайти за допомогою кореляційного аналізу. Виявилося, що в 2009 р. була виражена залежність між вмістом нітритів та кисню (r = 0,55), а коефіцієнт кореляції з перманганатною окисненістю був незначущим (r = 0,21). У 2010 р., навпаки, нітрити корелювали з ПО (r = 0,61), але не з концентрацією розчиненого кисню (r = 0,19). Імовірно, перший випадок відображає недостатнє насичення води киснем, другий – лімітування рівнем органіки, що підлягає проміжній стадії нітрифікації з утворенням нітритів.

Привертає до себе увагу, що середні за сезон концентрації амонійного азоту у воді збігались між роками тільки влітку, у решті випадків дані 2010 р. перевищували на 14-40%. При цьому в 2009 р. на фоні незначних міжсезонних коливань декілька більші рівні NH_4^+ відмічені влітку та восени, у 2010 р. – навпаки, узимку та навесні (див. рис. 4).

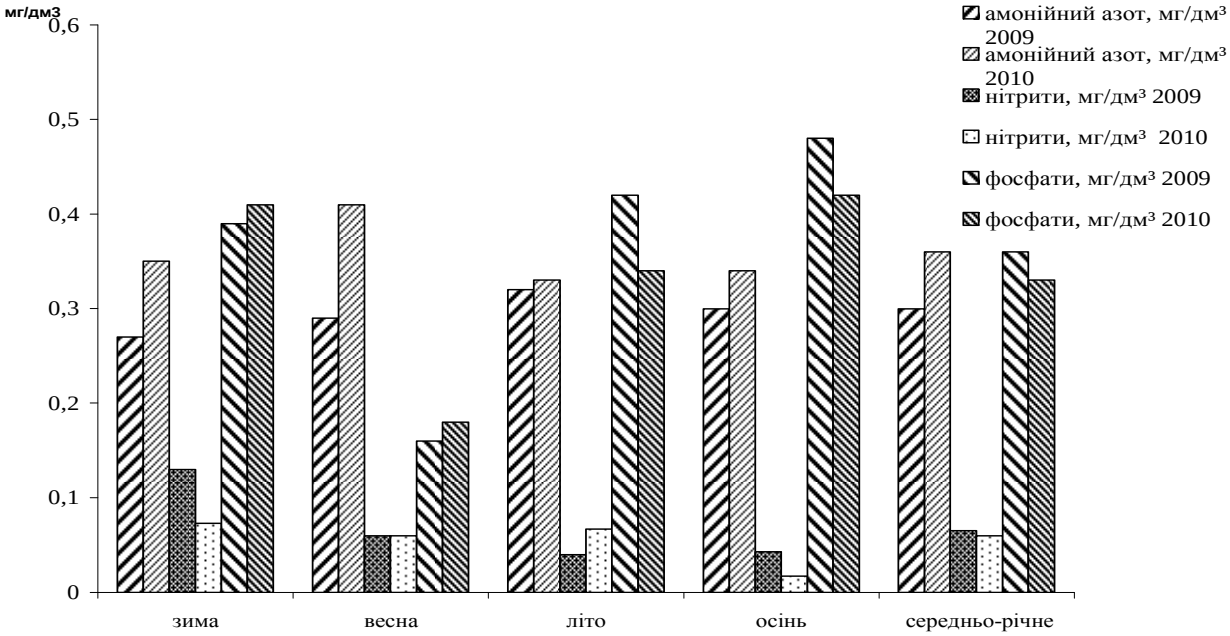


Рис. 4. Порівняльний аналіз вмісту у воді Запорізького водосховища амонійного азоту, нітритів та фосфатів за сезонами 2009-2010 рр.

Підвищення концентрації амонійного азоту у водному середовищі в літній період може бути пов'язане з такими причинами: 1) при низьких значеннях концентрації розчиненого кисню істотно уповільнюється процес нітрифікації – окиснення аміаку до нітритів і нітратів бактеріями, що нітрифікують; 2) улітку підсилюються процеси бактеріального розкладання органічних речовин з виділенням амонійного азоту; 3) зниження рівня кисню у воді – важливий фактор посилення міграції іонів NH_4^+ з донних відкладень [6, 7, 9].

Для з’ясування, який із вказаних факторів регулює рівень амонійного азоту, було застосовано додаткову математичну обробку даних (табл. 2). Проаналізувавши дані, можна дійти висновку, що в 2009 р. основним фактором формування підвищеного вмісту у воді

NH_4^+ є зниження процесу нітрифікації в умовах зменшення рівня кисню. Значну роль також може відігравати посилення міграції амонійного азоту з донних відкладів в умовах зниження вмісту кисню у воді. Навпаки, у 2010 р. концентрація NH_4^+ у воді залежить головним чином від процесів бактеріального окиснення органічних речовин, які стимулюються підвищенням вмісту розчиненого у воді кисню та органіки, що створюється за вегетаційний період.

Вважається, що концентрація амонійного азоту у воді водоймищ залежить значною мірою від водності року [6, 7, 9]. Вона вище, як правило, у маловодні роки, коли зменшуються швидкості плину і проточність водоймищ, а також знижується концентрація розчиненого кисню. Дійсно, у дуже маловодному 2010 р. спостерігався підвищений у порівнянні з відносно маловодним 2009 р. вміст іонів NH_4^+ у воді Запорізького водосховища, але за середніми показниками перевищення рибогосподарських нормативів не було. Можливо, це є свідоцтвом сталого розвитку водної екосистеми в цілому в умовах деякого зниження в останні роки обсягів виробництв і, відповідно, стоків [9].

Таблиця 2

Результати кореляційного аналізу залежності NH_4^+ від інших чинників

Показники, що корелюють	Коефіцієнт кореляції за рік		Коефіцієнт кореляції за березень-вересень 2010 р.
	2009 р.	2010 р.	
амонійний азот і нітрити	-0,85	0,32	0,07
амонійний азот і кисень	-0,66	0,26	0,50
амонійний азот і ПО	0,33	0,17	0,50

Якщо обговорювати динаміку іншого біогенного елементу – фосфору (рис. 2-4), то можна підкреслити схожий у цілому характер кривих у 2009 і 2010 рр., лише весняний мінімум фосфатів (0,05 мг/дм³) у 2010 р. зміщений від квітня до травня, проте в 2009 р. є різко виражений пік показнику в березні. Максимуми вмісту фосфатів у воді в обидва роки досягаються в січні та серпні (0,52-0,55 мг/дм³). Щодо сезонного розподілу, то найменші концентрації фосфатів спостерігаються навесні, найбільші – восени. Між дослідженими роками велика різниця відмічена лише влітку (до 24%).

Оскільки співвідношення між фосфором та азотом, яке не повинно перевищувати 1 : 3, є регулятором гідробіологічних процесів, значний інтерес представляє з'ясування взаємозв'язку цих елементів із використанням інструментів матаналізу. Встановлено, що коефіцієнт кореляції між фосфатами та підсумковим нітрогеном у лютому-травні 2009 р. складає r = 0,65, хоча в цілому за рік між цими показниками кореляції немає (r = 0,17). Це, очевидно, пов'язане з повінню та весняним розвитком діатомової водорості мелозири. Те, що залежність між фосфором та азотом опосередкується метаболізмом гідробіонтів, доводиться фактом значущого коефіцієнту кореляції r = 0,53, який відповідає основному вегетаційному періоду (березень-вересень), а також дуже високого r = 0,89 для періоду максимальної вегетації (квітень-серпень). Аналогічна картина спостерігається в 2010 р.: за відсутності кореляції за рік, за періодами року коефіцієнти кореляції є досить високими (у лютому-травні r = 0,46; у червні-грудні r = 0,59). Але в цьому випадку періоди є чітко розділеними, що, очевидно, пов'язане з клімато-метеорологічними особливостями року, і ці періоди, скоріше за все, відповідають розвитку діатомових та синьозелених водоростей.

Концентрація розчиненого у воді кисню слугує своєрідним індикатором екологічного стану будь-якої водойми, так як достатня його кількість чи дефіцит істотним чином відбивається на життєдіяльності багатьох груп гідробіонтів, а також на інтенсивності та спрямованості процесів окиснення-відновлення. При нормальній насиченості води киснем у водоймі домінують процеси окиснення та переважає самоочищення водного середовища від забруднюючих речовин як аллохтонного, так і автохтонного походження. В умовах дефіциту кисню істотно знижується самоочищувальна здатність водного середовища. Інтенсивність самоочищення зменшується, коли вміст кисню у воді не перевищує 7,0-8,0 мг/дм^3, а за його концентрації менше 5,0 мг/дм^3 відбувається значне уповільнення бактеріальної деструкції

органічних речовин. Отже, стан кисневого режиму – один з найважливіших інтегральних показників екологічного стану водойми [6, 7]. Нестача кисню викликає посилення процесів відновлення, внаслідок чого посилюється процес міграції речовин з донних відкладів у воду, що контактує з ними, тобто відбувається вторинне забруднення водного середовища.

Ураховуючи важливість цього показника, досліджували його річну (рис. 5) та сезонну динаміку (рис. 6). З'ясовано, що влітку спостерігалось різке падіння вмісту кисню у воді.

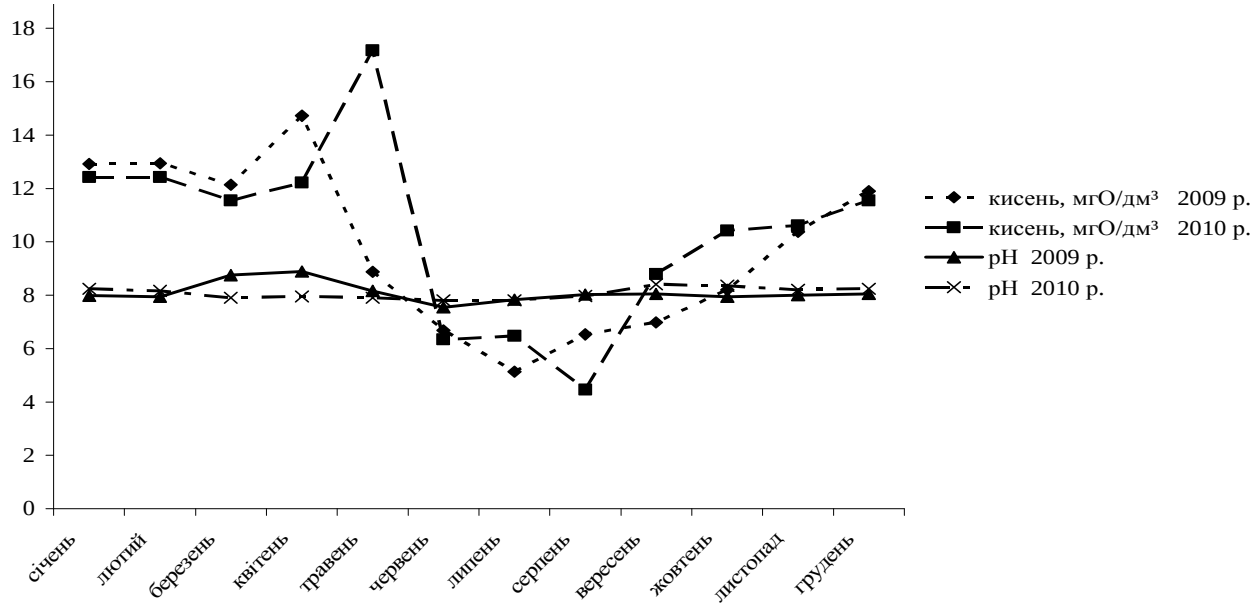


Рис. 5. Зміни рівня pH та розчиненого кисню у воді Запорізького водосховища протягом 2009-2010 рр.

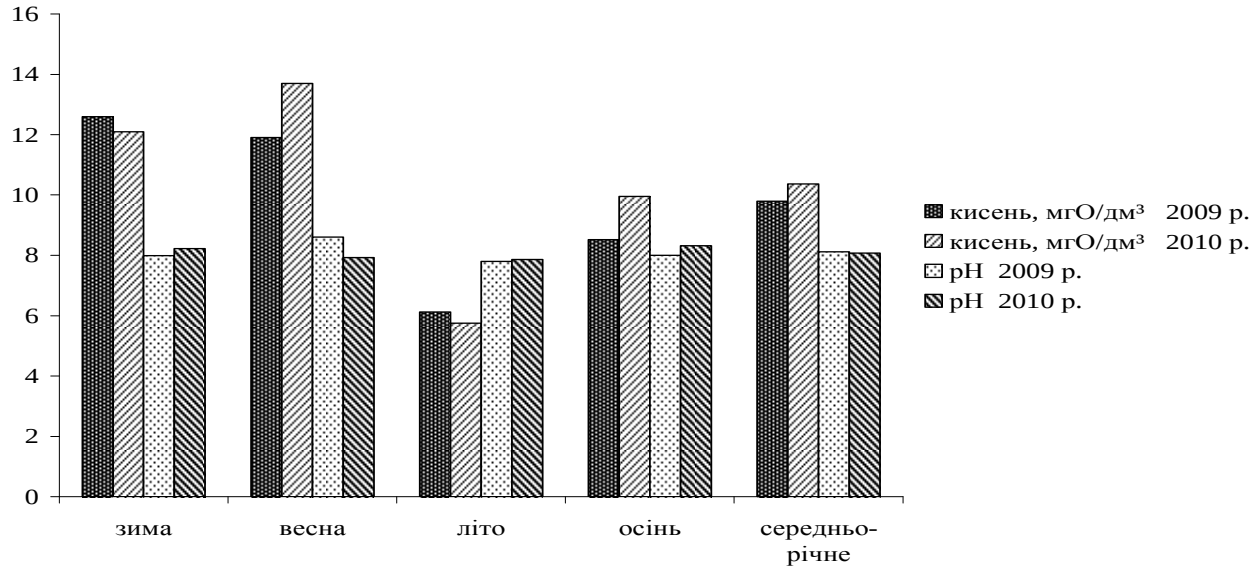


Рис. 6. Сезонна динаміка pH води та вмісту розчиненого кисню в 2009-2010 рр.

Такі величини концентрації кисню несприятливі для нормальної життєдіяльності гідробіонтів, оскільки вони опускаються нижче припустимого рівня O_2 для водойм рибогосподарського призначення (ГПК кисню для таких водойм складає 4,0 і 6,0 мг/дм^3, відповідно, у зимовий і в літній періоди) [8]. Кисневий дефіцит улітку виникає у разі накопичення водоростей та розкладу фітопланктону, що відмирає та збагачує середовище сірководнем, аміаком та іншими токсичними речовинами. Кисень може витрачатись і на

окиснення надлишку забруднюючих речовин, що надходять зі стоками, посилюючи дефіцит кисню.

Динаміка рівня розчинного кисню чітко піддається сезонній динаміці. Мінімум спостерігається при піку цвітіння синьо-зелених, а саме в серпні-вересні, коли масове відмирання водоростей створює нестачу кисню у воді, оскільки він витрачається на окиснення органічної речовини, що звільняється в процесі відмирання. Крім того, надвисокі кількості планктону використовують багато доступного розчинного кисню на дихання; після їх відмирання в вересні-жовтні концентрація кисню поступово стабілізується на допустимому рівні.

Величини pH змінювались у невеликому інтервалі від 7,7 до 8,8, з переважанням у слабколужному діапазоні. У цілому це є характерним для Дніпровського водосховища, де, за багаторічними спостереженнями, середній рівень pH складає 7,0-8,0 [8, 10, 11]. Відомо, що взагалі існує взаємозв'язок між рівнями pH та кисню у водоймі. Це було підтверджено результатами кореляційного аналізу: у 2009 р. коефіцієнт був досить високим за даними всього року (r = 0,62), а в 2010 р. він був значущим тільки в період лютий-липень (r = 0,48), тобто за час найбільшого розвитку гідробіологічних процесів. Деяке порушення взаємозв'язку між цими важливими показниками можливо пояснити швидким витрачанням кисню на окиснювальні процеси) [1].

Для оцінки рівня забруднення досліджуваних ділянок Дніпровського водосховища органічними речовинами використовували такі характеристики, як перманганатна окисненість (ПО), біхроматна окисненість (ХСК) води і біохімічне споживання кисню протягом п'яти діб ($БСК_5$). Зазначені показники в комплексі надають характеристику складу та природи органічних речовин, що містяться у воді, застосовуються для оцінки екологічного стану водойми [1].

Отримані нами дані (рис. 7, 8) переконують у досить помітному забрудненні води як легко-, так і важкоокислюваними органічними сполуками. Улітку їхня концентрація була звичайно вище, ніж восени, тому що вміст органічних речовин піддається сезонним коливанням і залежить від загальної біологічної продуктивності водойми, ступеня його забруднення, а також від впливу алохтонних органічних сполук природного походження [1, 7]. Важко однозначно пояснити, які саме легкоокиснювальні органічні речовини домінували у водоймі, тому що перманганатом калію легко окиснюються гумусові кислоти і так званий планктонний гумус, що утворюється в самій водоймі. Однак через мало виражену весняну повінь концентрація гумусових кислот не могла істотно зрости за рахунок змиву з ланів.

Загальний вміст легкоокислювальних органічних речовин виявилося досить високим. Так, улітку ПО води досягала 14,0 мгО/дм^3, але не перевищувала рибогосподарські ГПК (15,0 мгО/дм^3). Досить високі рівні показника пов'язані з тим, що в літній період у воді накопичуються планктоногенні органічні речовини, особливо бактеріальні [8, 9], кількість яких збільшується в маловодні роки. Важливу роль також відіграє недолік кисню для окиснювання органіки. Однак залежність між цими показниками виявлена тільки за період січень-червень: у 2009 р. r = 0,60, у 2010 р. r = 0,53. Такий період формування залежності може свідчити про її зв'язок із повінню чи з «цвітінням» діатомової водорості мелозири, яка виділяє багато органічної речовини.

Варто також додати, що істотний вплив на рівень забруднення водоймища органічними речовинами могла зробити водність року. Зокрема, в умовах слабко вираженої весняної повені «промивання» водоймища від нагромадження речовин може бути недостатнім.

Величини біохімічного споживання кисню за визначений проміжок часу 5 діб ($БСК_5$) широко використовується для оцінки ступеня забруднення водойми і вмісту легкоокислюваних органічних речовин [8, 9, 12]. Звичайно чим вище концентрація останніх, тим більше споживання (витрата на їхнє окиснювання) кисню.

Результати наших досліджень показали, що значення $БСК_5$ знаходилися в межах 1,2-2,0 мгО/дм^3. Але не простежувалось залежності між величинами показників ПО та $БСК_5$. Крім того, привертає до себе увагу явне переважання хімічного споживання кисню над

біологічним. Це може бути наслідком дії токсичних речовин, що пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів, які беруть участь в окислюванні нестійких органічних речовин.

Значення ПО води були досить високими і влітку, і восени, що свідчило про забруднення води дослідженої ділянки водоймища легкоокислюваними органічними речовинами. За даними ж $БПК_5$, це забруднення незначне. Очевидно, взаємозв'язок між цими важливими характеристиками (ПО і $БСК_5$) органічних речовин поверхневих вод порушений. Отже, отримані дані про $БСК_5$ можуть бути занижені через токсичний вплив на життєдіяльність мікроорганізмів стічних вод, що надходять у водоймище. Таким чином, цей показник не відображає реального стану забруднення водоймища органічними речовинами.

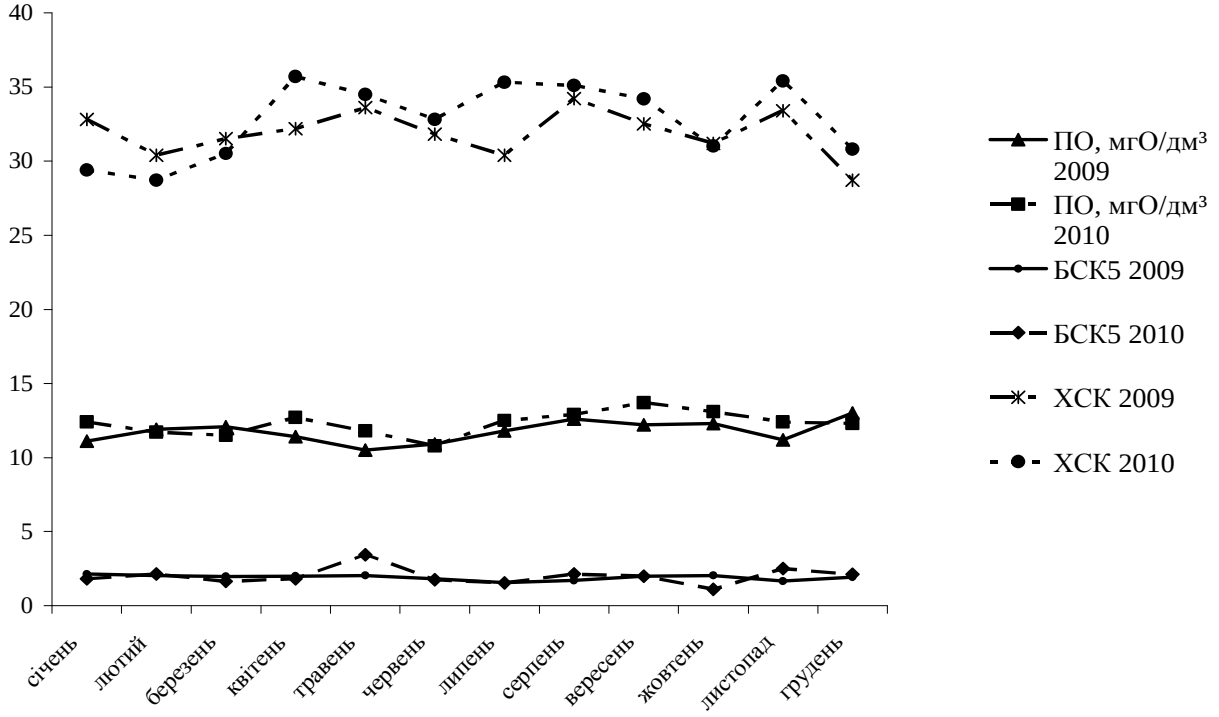


Рис. 7. Річні коливання показників вмісту органічних речовин у 2009-2010 рр.

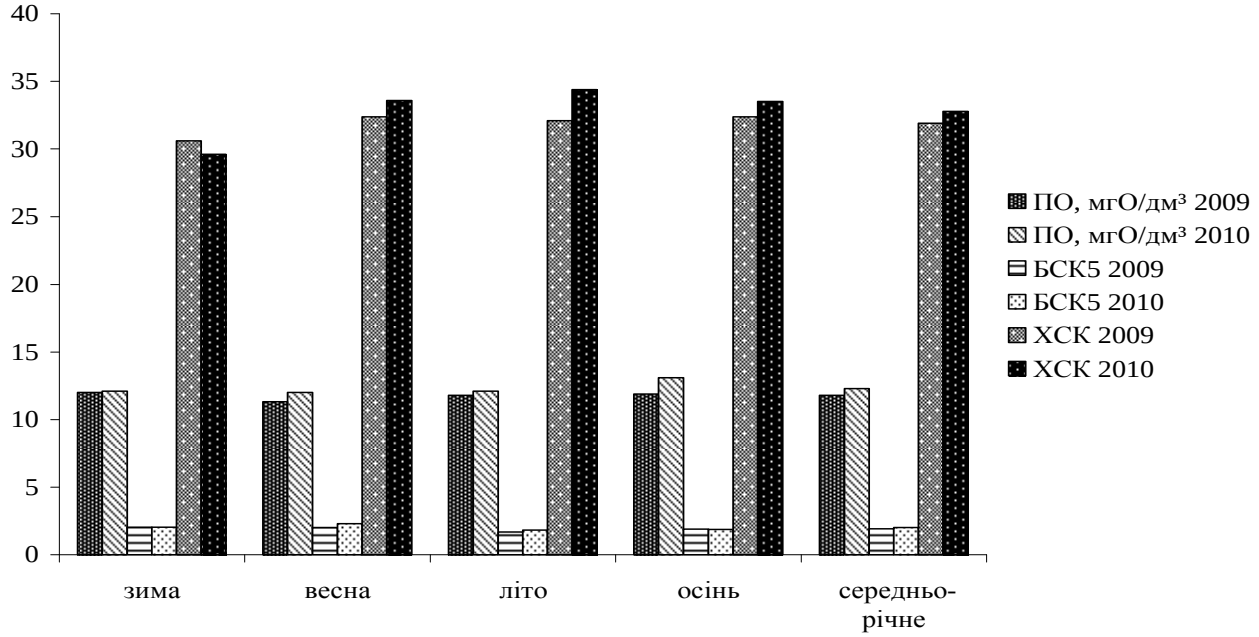


Рис. 8. Сезонна динаміка показників вмісту органічних речовин у 2009-2010 рр.

У цілому, за еколого-санітарною класифікацією, вода середньої частини Запорізького водосховища у 2009-2010 рр. за середніми величинами трофо-сапробіологічних показників оцінювалася як задовільна, належала до ІІІ класу, 4-5 категорій «слабко забруднена» – «помірно забруднена», евтрофна, β-мезосапробна [13]. Разом з цим за середніми значеннями вмісту розчинного аміаку (0,30 мг/л), які перевищували рибогосподарські гранично припустимі концентрації розчинного аміаку в 6 разів, вода не повністю задовольняла потреби гідробіонтів в її якості. Крім того, на дослідженій ділянці водойми спостерігались підвищені рівні окремих показників (фосфатів, нітритів, ПО, ХСК), які є основними гідрохімічними складовими забруднення води в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі.

Висновки

1. Здійснено аналіз сезонної динаміки трофо-сапробіологічних показників за маловодні 2009-2010 рр. Установлено, що вона залежить не тільки від водності року, але й від інших факторів, які впливають також на перебіг гідробіологічних процесів. Саме тому в близькі за водністю роки спостерігаються різні, навіть протилежні закономірності змін досліджених показників.
2. За допомогою кореляційного аналізу виявлені залежності між вивченими трофо-сапробіологічними індексами, також установлено, що перебіг більшості гідрохімічних процесів опосередковується метаболізмом гідробіонтів, тобто існує взаємозв’язок даних процесів.
3. За еколого-санітарною класифікацією, вода оцінена як задовільна, вона належала до ІІІ класу, 4-5 категорій «слабко забруднена» – «помірно забруднена», евтрофна, 0-β-мезосапробна.

Список літератури

1. *Васильчик Т. О.* Вплив кисневого режиму на вміст розчинених органічних речовин у воді Київського водосховища / Т. О. Васильчик, В. П. Осипенко // Вода: проблеми та рішення: матер. IX наук.-практ. конф. (Дніпропетровськ, 10 грудня 2009 р.). – Дніпропетровськ: «Гамалія», 2010. – 288 с.
2. *Горєв Л. М.* Гідрохімія України / Л. М. Горєв, В. І. Пелешенко, В. К. Хільчевський. – К.: Вища школа, 1995. – 307 с.
3. *Дворецкий А. И.* Ранговая оценка структурно-функциональных показателей отдельных биотопов водной экосистемы Запорожского водохранилища / А. И. Дворецкий, Л. И. Цегельник, А. С. Белоконь и др. //Актуальні проблеми геології, географії та екології: зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 1999. – Т. 3. – С. 29–36.
4. *Дворецкий А. І.* Сучасний гідроекологічний стан екосистеми Дніпровського водосховища / А. І. Дворецкий, А. С. Кириленко, А. С. Білоконь та ін. // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. Спец. вип. Гідроекологія. – 2005. – № 3 (26). – С. 135–136.
5. *Дворецкий А. І.* Современное гидроекологическое состояние Днепровского водохранилища при влиянии антропогенных факторов / А. І. Дворецкий, Л. И. Цегельник, Е. А. Мурзина, А. С. Белоконь. // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. Спец. вип. Гідроекологія. – 2001. – № 3 (14). – С. 49–50.
6. *Денисова А. И.* Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования / А. И. Денисова. – К.: Наук. думка, 1979. – 290 с.
7. *Денисова А. И.* Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / А. И. Денисова, В. М. Тимченко, Е. П. Нахшина и др. – К.: Наук. думка, 1985. – 212 с.
8. Екологічний стан біоценозів Запорізького водосховища в сучасних умовах: моногр. / О. В. Федоненко, Н. Б. Єсіпова, Т. С. Шарамок та ін. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2008. – 276 с.

9. *Жежеря В. А.* Современное состояние Днепровского (Запорожского) водохранилища по некоторым гидрохимическим показателям / В. А. Жежеря, Е. В. Федоненко, П. Н. Линник // Гидробиол. журн. – 2009. – Т. 45, № 3. – С. 102–119.

10. Запорізьке водосховище: моногр. – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2000. – 172 с.

11. Запорожское (Днепровское) водохранилище: информ. справ. / Отв. ред. А. И. Дворецкий, Ф. П. Рябов. – Д.: Изд-во Днепропетр. ун-та, 2001. – 48 с.

12. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [ред. В. Д. Романенко]. – К., 2006. – 628 с.

13. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк. – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.

14. *Пелешенко В. І.* Загальна гідрохімія: підручник / В. І. Пелешенко, В. К. Хільчевський. – К.: Либідь, 1997. – 384 с.

15. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А. Д. Семенова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1997. – 542 с.

Федоненко Е. В., Слабоспицкая О. В. **Сезонная динамика трофо-сапробиологических показателей воды средней части Запорожского (Днепровского) водохранилища.** – Анализ сезонной динамики трофо-сапробиологических показателей за маловодные 2009-2010 гг. позволил установить, что она зависит не только от водности года, но и от других факторов, влияющих на ход гидробиологических процессов. Вследствие этого в близкие по водности годы наблюдаются разные, даже противоположные закономерности изменений исследуемых показателей. С помощью корреляционного анализа выявлены зависимости между изученными трофо-сапробиологическими индексами, установлена взаимосвязь гидрохимических и гидробиологических процессов. По эколого-санитарной классификации, качество воды оценено как удовлетворительное, она относилась к III классу, 4-5 категории «слабо загрязненная» – «умеренно загрязненная», эвтрофная, 0-β-мезосапробная.

Ключевые слова: качество воды, гидрохимические показатели, предельно допустимые концентрации, уровни загрязнения.

Fedonenko O. V., Slabospitskaya E. V. **Seasonal dynamics of water trophic-saprobiologic indexes of the middle part of Zaporozhskoye (Dnieprovskoye) reservoir.** – Analysis of seasonal dynamics of water trophic-saprobiologic indexes in low water level 2009 and 2010 years allowed to find that the dynamics depends not only on year's water level but on other factors influencing hydrobiological processes. Consequently, in years with analogous water levels there are distinguished up to contrary law regularities of investigated indexes changes. Using correlation analysis, dependences between studied trophic-saprobiologic indexes have been revealed, mutual relations of hydrochemical and hydrobiological processes have been found. Accordingly to ecological-sanitary classification, the water quality has been estimated as satisfactory, it has been marked to be of III quality class, 4-5 category such as «slightly contaminated» – «moderately contaminated», eutrophic, 0- β-mesosaprobic.

Key words: water quality, hydrochemical indexes, extreme permissible concentrations, contamination levels.