

ГІГІЄНА ВОДИ І ОХОРОНИ ВОДОЙМИЩ

HYGIENE OF WATER AND WATER RESERVOIRS PROTECTION

<https://doi.org/10.32402/hygiene2020.70.053>

УДК 614.777:504.064.3 (282.247.32)

РЕЗУЛЬТАТИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ДНІПРОВСЬКОЇ ВОДИ, ЩО ІНТЕНСИФІКУЮТЬ ЇЇ «ЦВІТІННЯ», ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ

Зоріна О.В., Прокопов В.О., Антомонов М.Ю.

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

Мета. Аналіз результатів систематичних спостережень за показниками, що характеризують «цвітіння» води р. Дніпро у просторово-часовому аспекті, та надання рекомендацій для його попередження.

Матеріали та методи дослідження. Для оцінки якості води р. Дніпро був використаний масив даних Державного агентства водних ресурсів «Дніпровське басейнове управління водних ресурсів» (2015–2017 рр., 906 проб), Державного водного кадастру (2016 р.), «УНГЦ МОЗУ» про стан водних об'єктів в Україні (1992–1994 рр.), «Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні» (2005–2016 рр.), Регламент по управлінню відходами Литви, Директива Ради 91/271/ЄЕС. Для обробки даних використовували методи: аналітичний, статистичний, кореляційний, математичного моделювання.

Результати досліджень та їх обговорення. Продемонстровано високий вміст фосфатів та органічних речовин у воді річки Дніпро у просторово-часовому розрізі, що свідчить про природне та антропогенне забруднення та призводить до потенційних проблем із отриманням якісної водопровідної питної води. Доведено, що одним із пріоритетних завдань сьогодення повинно бути зниження вмісту органічних речовин, фосфору та азоту у поверхневих водах, що може досягатися шляхом встановлення прибережних смуг та передбачено законодавством, а також застосування сучасних технологій з очищення виробничих та господарсько-побутових стічних вод, що потребує нормативного регулювання. Подальша гармонізація водного законодавства України з європейським сприятиме попередженню захворюваності населення, пов'язаною з водним фактором.

Ключові слова: поверхневі води, біогенні речовини, фосфати, технології очищення стічних вод, нормативне забезпечення.

RESULTS OF OBSERVATIONS ON THE INDICATORS OF THE DNIPRO WATER, WHICH INTENSIFY ITS "BLOOMING", AND RECOMMENDATIONS FOR PREVENTIVE MEASURES

O.V. Zorina, V.O. Prokopov, M.Y. Antomonov

State Institution "O.M. Marzieiev Institute for Public Health, NAMSU", Kyiv

Objective. Analysis of the results of systematic observations of the indicators that characterize the "bloom" of the water of the Dnieper River in space-time aspect, and providing recommendations for its prevention.

Materials and methods. *To assess the water quality of the Dnieper River, an array of data from the State Agency of Water Resources "Dnieper Basin Water Resources Management" (2015–2017, 906 samples), the State Water Cadastre (2016), "UNHC Ministry of Health" on the state of water in Ukraine (1992–1994), "National Report on Drinking Water Quality and the State of Drinking Water Supply in Ukraine" (2005–2016), Lithuanian Waste Management Regulation (2006), Council Directive 91/271/EEC. Methods were used for data processing: analytical, statistical, correlation, mathematical modeling.*

Results and conclusions. *A high content of phosphates and organic substances in the water of the Dnipro river in the spatial-and-temporal section is demonstrated, which indicates a natural and anthropogenic contamination and will lead to the potential problems with the contamination of tap drinking water made of the Dnipro water. It is proved that one of the priority tasks today should be to reduce the content of organic matter, phosphorus and nitrogen in surface waters, which can be achieved by establishing coastal strips and provided by law, as well as the use of modern technologies for industrial and domestic wastewater treatment, this requires regulation. Further harmonization of Ukraine's water legislation with European legislation will help prevent water-related morbidity.*

Keywords: *surface waters, nutrients, phosphates, wastewater treatment technologies, regulatory support.*

Розвиток систем водопостачання окремих великих міст України максимальної активності набув у 1960–1970 рр. минулого століття, коли під час вибору основного джерела водопостачання перевагу віддавали поверхневим водам [1]. Понад 80% населення України для задоволення питних і побутових потреб користується незахищеною від забруднень водою з відкритих водойм [2,3]. Формування режиму поверхневих вод відбувається під значним впливом кліматичних і техногенних чинників, що визначає епізодичні сезонні та багаторічні зміни їх запасів і хімічного складу [4]. Збагачення води органічними та біогенними речовинами через скид недостатньо очищених стічних вод призводить спочатку до порушення біологічної рівноваги і пригнічення самоочищення водойми, а потім – до зміни типу її екосистеми на евтрофний, дефіциту кисню та створення сприятливих умов для розвитку патогенної мікрофлори, збудників захворювань та канцерогенних N-нітрозамінів [5,6]. Фосфор і азот є двома поживними речовинами, що надходять у водойми із стоками та призводять до «цвітіння» води. Останні 7-10 років значний відсоток у проблему «цвітіння» води роблять саме фосфати, які потрапляють у воду з сільськогосподарських угідь, але це лише 5%, а 95% потрапляє у водойми з побутовими стічними водами через наявність фосфатних мийних засобів [7]. Бурхливий розвиток синьо-зелених водоростей (ціанобактерій) збільшує кольоровість води, що ускладнює використання води у технічному та питному водопостачанні [8-10]. Ціанобактерії слід вважати важливим чинником негативного впливу на екосистеми поверхневих водойм і стан здоров'я населення [11]. Токсини, що продукують ціанобактерії, можуть впливати на печінку (гепатотоксини), нервову систему (нейротоксини), різні клітини (цитотоксини), орган зору і слизові оболонки, викликають дерматити й алергії [12]. Продукти метаболізму ціанобактерій, що відносяться до групи фосфор- і сірковмісних органічних сполук, є нерво-паралітичними отрутами. Їхня дія проявляється у виникненні дерматозів, шлунково-кишкових захворювань, а у разі потраплення великої маси водоростей всередину організму може розвинути параліч [13]. Отже, на сьогодні є актуальним проведення постійного спостереження за вмістом речовин, що інтенсифікують «цвітіння» дніпровської води з метою своєчасного попередження негативного її впливу на здоров'я населення.

Мета. Аналіз результатів систематичних спостережень за показниками, що характеризують «цвітіння» води р. Дніпро у просторово-часовому аспекті, та надання рекомендацій для його попередження.

Матеріали та методи дослідження. Для оцінки якості води р. Дніпро був використаний масив даних Державного агентства водних ресурсів «Дніпровське басейнове управління водних ресурсів» (2015–2017 рр., 906 проб), Державного водного кадастру (2016 р.), «УНГЦ

МОЗУ» про стан водних об'єктів в Україні (1992–1994 рр.), «Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні» (2005–2016 рр.), Регламент по управлінню відходами Литви [14], Директива Ради 91/271/ЄЕС [15]. Проаналізовано результати санітарно-хімічних досліджень якості дніпровської води (2015–2017 рр.) із 12 пунктів відбору проб вздовж русла (906 проб), що були розташовані у: Київському (нижньому б'єфі Київської ГЕС біля міста Києва – пункт 1); Канівському (нижньому б'єфі Канівської ГЕС біля міста Канева – пункт 2); Кременчуцькому (біля міст Черкаси (с. Сокирне), Світловодська та Кременчука (с. Власівка) – пункти 3-5 відповідно); Кам'янському (біля Горішніх Плавнів та Кам'янського (у верхньому б'єфі Середньодніпровської ГЕС, с. Аули) – пункти 6 та 7 відповідно); Дніпровському (біля м. Дніпро (с. Н. Кайдаки), верхньому б'єфі ДніпроГЕС (біля Дніпровської водопровідної станції (ДВС) комунального підприємства (КП) «Водоканал» м. Запоріжжя) – пункти 8, 9 відповідно); Каховському (біля м. Енергодар, нижньому б'єфі Каховської ГЕС – пункти 10, 11 відповідно) водосховищах та у пониззі річки Дніпро (м. Херсон – пункт 12). Враховано результати вибіркового особистих досліджень (48 проб). Якість дніпровської води аналізували за показниками: кольоровість, амоній, ХСК, фосфати. Для обробки даних використовували методи: аналітичний, статистичний, кореляційний, тематичного моделювання.

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами досліджень, якість річкової води за показниками, що характеризують вміст органічних та біогенних речовин та є попередниками «цвітіння» води (кольоровість, амоній, ХСК, фосфати), відповідає 2-3 класам згідно з ДСТУ 4808:2007 [16], категоріям А2Г-А3Г згідно з Директивою 75/440/ЄЕС стосовно вимог до якості поверхневих вод, призначених для забору питної води, тобто характеризувалася підвищеним вмістом органічних речовин через геологічні особливості будови гідрологічної мережі України та антропогенні чинники [17].

За весь час спостережень у 2015–2017 рр. виявлено мінімальний вміст ХСК на рівні 15,2 мг/л, максимальний – 50,5 мг/л, у 1994–1998 рр. – 15 мг/л та 40 мг/л відповідно [18,19]. Вміст ХСК в усіх пробах перевищував гігієнічний норматив для вихідної води водопровідної станції з традиційною технологією водоочищення (15,0 мг/л) [20], середній вміст цього показника був більший за відповідний норматив майже у 2 рази, що збігається з даними 1994–1998 рр. (рис. 1).

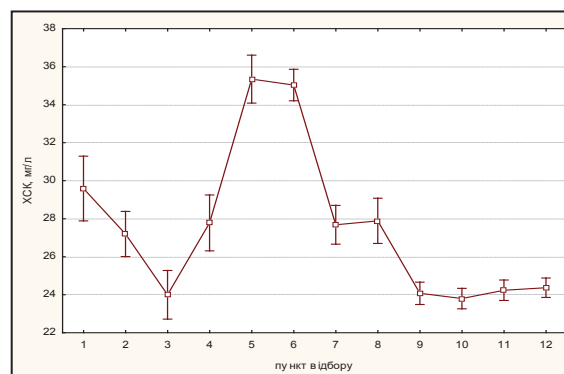


Рисунок 1. Середній вміст ХСК у воді р. Дніпро: 1 – Київське водосховище (нижній б'єф Київської ГЕС, біля міста Києва); 2 – Канівське водосховище (м. Канів, нижній б'єф Канівської ГЕС); 3, 4, 5 – Кременчуцьке водосховище (3 – біля м. Черкаси с. Сокирне; 4 – біля міста Світловодська; 5 – біля міста Кременчука, с. Власівка); 6, 7 – Кам'янське (Дніпродзержинське) водосховище (6 – біля м. Горішні Плавні; 7 – верхній б'єф Середньодніпровської ГЕС, с. Аули, біля м. Кам'янське); 8, 9 – Дніпровське (Запорізьке) водосховище (8 – с. Н. Кайдаки, біля м. Дніпро; 9 – верхній б'єф ДніпроГЕС, біля м. Запоріжжя, ДВС-1, ДВС-2); 10, 11 – Каховське водосховище (10 – м. Енергодар; 11 – нижній б'єф Каховської ГЕС); 12 – р. Дніпро-пониззя (м. Херсон).

Якщо порівнювати середню концентрацію ХСК ($27,66 \pm 0,203$ мг/л) з концентраціями у 12-ти пунктах відбору проб, то достовірно її перевищуватимуть лише вміст у пункті 1 Київського ($29,4 \pm 0,845$ мг/л), 4 ($27,642 \pm 0,725$ мг/л), 5 ($35,299 \pm 0,620$ мг/л) Кременчуцького, 6 ($35,004 \pm 0,604$ мг/л), 7 ($27,685 \pm 0,5$ мг/л) Кам'янського, 8 Дніпровського ($27,919 \pm 0,584$ мг/л) водосховищ. Максимальний вміст ХСК встановлено у воді із пунктів 5 ($35,299 \pm 0,62$ мг/л) Кременчуцького та 6 ($35,004 \pm 0,406$ мг/л) Кам'янського водосховищ, що відповідає 3 класу якості за ДСТУ 4808:2007 [16]. Далі вздовж русла підвищення ХСК не спостерігалось, вміст цього показника був стабільним та знижувався у воді із пунктів 7 Кам'янського та 9 Дніпровського водосховищ. Виявлено статистично достовірну різницю ($p < 0,001$) між його вмістом у воді із пункту 1 Київського водосховища ($29,4 \pm 0,845$ мг/л) та 12 пониззя річки ($24,42 \pm 0,251$ мг/л) ($p < 0,001$). Загалом у воді питного водозабору м. Запоріжжя (пункт 9) та біля населених пунктів нижче за течією Дніпра якість води найліпша ($p < 0,001$) порівняно з водою з інших пунктів. Порівняльна оцінка середньорічного вмісту ХСК у річковій воді за три роки дозволила зробити висновок про нестабільність цього показника, у 2016 р. його вміст був достовірно нижчим ($p < 0,001$), ніж у 2015, 2017 рр.

Проведений кореляційний аналіз показників якості річкової води з температурою показав достовірний її зв'язок з ХСК ($p < 0,001$) у всіх пунктах відбору проб. На узагальнених графіках видно наявність лінійного позитивного зв'язку із ХСК та негативного з киснем (рис. 2).

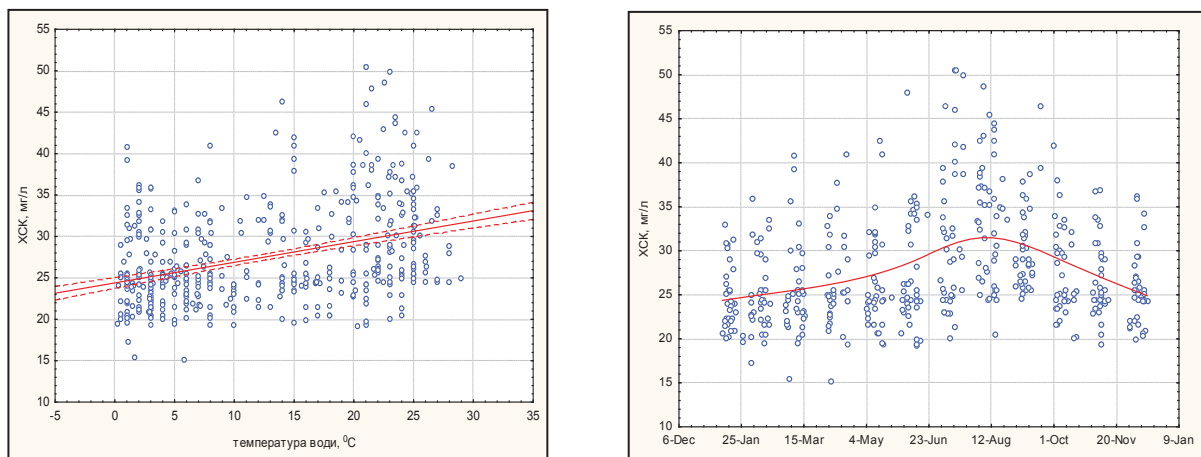


Рисунок 2. Динаміка концентрацій ХСК залежно від температури води (а) від сезону року (б).

Як можна бачити на рисунку 2, максимальний рівень ХСК виявлено на 220-ий день року (першу декаду серпня).

Стан поверхневих вод за вмістом органічних речовин визначають також за її кольоровістю. За весь час спостережень виявлено мінімальний рівень кольоровості на рівні 6 градусів, максимальний – 59 градусів, що відповідає 2 класу та категорії А2 згідно з Директивою 75/440/ЄЕС стосовно вимог до якості поверхневої води, призначеної для забору питної, тобто характеризується доброю якістю. Результатами досліджень встановлено, що кольоровість дніпровської води відрізняється на окремих відрізках водойми. Відповідно до даних «УНГЦ МОЗУ» про стан водних об'єктів в Україні за 1992-1994 рр. у минулому столітті найменші рівні кольоровості спостерігалися у Верхньому Дніпрі, а в межах Середнього та Нижнього Дніпра вони були дещо вищими (табл. 1).

Дослідження у 2015–2017 рр. показали зворотне – мінімальний рівень кольоровості у Нижньому Дніпрі, а у Верхньому та Середньому трохи вищий. Зазначене можливо пояснити зміною характеристик річкової системи Дніпра протягом часу через її зарегульованість.

Таблиця 1. Межі коливання кольоровості (мінімальна-максимальна, град.) води в трьох основних частинах р. Дніпро.

Роки	Верхній Дніпро	Середній Дніпро	Нижній Дніпро
1951-1954	–	–	60-80
1951-1959	–	60-80	–
1962-1964	15-90	60-80	60-80
1990-1991	–	24-155	–
1994-1996	20-40	30-50	–
2015-2017	18-59	6-60	6-20

У воді із пункту 2 Канівського водосховища виявлено у 1,2 раза більший рівень кольоровості річкової води порівняно із його рівнем у воді із пункту 1 (рис. 3).

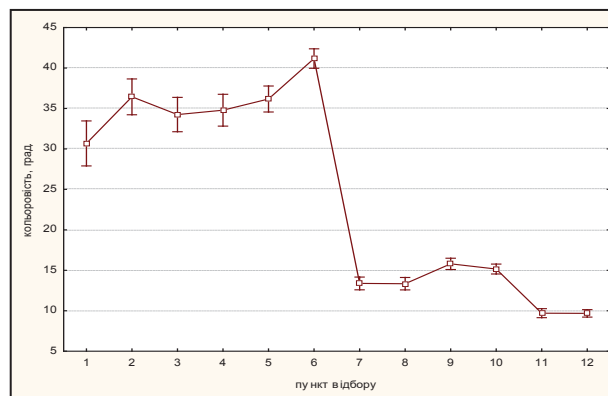


Рисунок 3. Середній рівень кольоровості у воді р. Дніпро: пункти відбору 1-12 аналогічні, зазначеним на рис. 1.

У воді із пунктів 2-6 середній рівень кольоровості був стабільно високим, порівняно із рівнем у воді з інших пунктів. Максимальне середнє значення цього показника ($41,301 \pm 0,601$ град.) виявлено у воді із пункту 6 Кам'янського водосховища, а із пункту 7 цього ж водосховища виявлено достовірно менший його рівень у 3 рази ($p < 0,001$). Далі тільки у воді із пунктів 9 Дніпровського та 10 Каховського водосховища також рівень кольоровості був достовірно більший ($p < 0,001$). Виявлено, що кольоровість води у пункті 1 Київського водосховища у 3,2 раза більша, ніж у пункті 12 (у пониззі Дніпра). Якщо порівнювати середній рівень кольоровості ($24,499 \pm 0,448$ град.) з концентраціями у 12-ти пунктах відбору проб, то його достовірно перевищуватимуть лише рівень у пункті 1 Київського ($30,67 \pm 1,72$ град.), 2 Канівського ($36,451 \pm 1,093$ град.), 3 ($34,459 \pm 1,056$ град.), 4 ($34,789 \pm 0,961$ град.), 5 ($36,238 \pm 0,789$ град.) Кременчуцького, 6 ($41,301 \pm 0,601$ град.) Кам'янського водосховища.

Порівняльна оцінка середньорічного рівня кольоровості у річковій воді за 2015-2017 рр. дозволила зробити висновок про нестабільність цього показника упродовж часу, наприклад, у 2017 р. його середній рівень у всіх пунктах відбору проб був більший за рівень у 2015 та 2016 рр., що пояснюється погодним фактором. Підтверджено залежність кольоровості від пори року та її збільшення у теплий період року (рис. 4).

Зміни кольоровості річкової води упродовж часу та вздовж русла можуть вказувати на зміни якісного та/або кількісного складу органічних сполук, зокрема, через процеси евтрофікації [5].

Чинниками «цвітіння» води є біогенні речовини – азот та фосфор [21]. За даними середини минулого століття фосфор знаходився у дуже малих кількостях у природних водах (соті та рідше десяті долі міліграмів в 1 дм^3) [22,23].

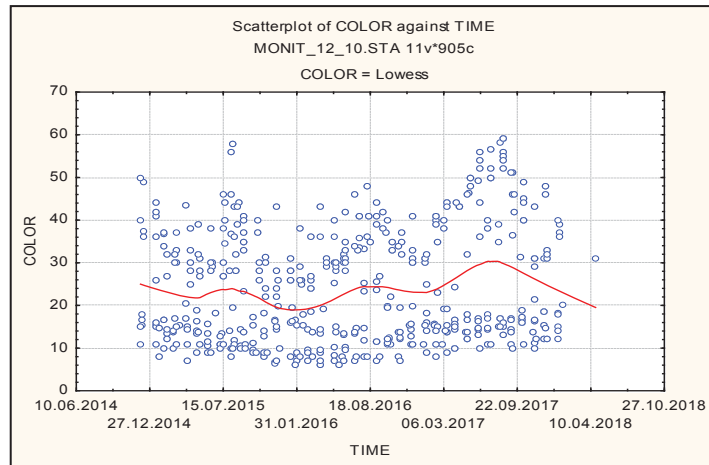


Рисунок 4. Динаміка рівня кольоровості дніпровської води за 2015–2017 рр.

Результати проведених досліджень свідчать, що середній вміст фосфат-іону ($0,332 \pm 0,014$ мг/л) відповідав 3 класу за ДСТУ 4808:2007 [16]. Порівняно із вмістом фосфат-іону у воді із пункту 1 Київського водосховища ($0,201 \pm 0,019$ мг/л) у воді із пункту 2 Канівського водосховища його вміст вже був більший (у 2,7 раза) (рис. 5).

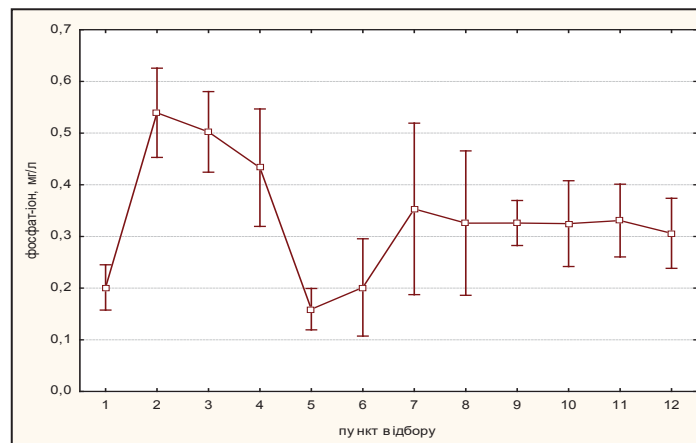


Рисунок 5. Середній вміст фосфат-іону у воді р. Дніпро: пункти відбору 1-12 аналогічні, зазначеним на рис. 1.

Із рисунку 5 можливо бачити, що вміст фосфат-іону у воді із пункту 5 менший, ніж із пункту 4 Кременчуцького водосховища (у 2,7 разів), а у воді із пункту 7 Дніпровського водосховища він знов зріс (у 2,2 рази). Якщо порівнювати середню концентрацію фосфат-іону з концентраціями у 12-ти пунктах відбору проб, то її достовірно будуть перевищувати концентрації у всіх пунктах відбору проб, крім 5 Кременчуцького ($0,162 \pm 0,017$ мг/л) та 6 Кам'янського ($0,202 \pm 0,041$ мг/л) водосховищ. Виявлено вміст фосфат-іону мінімальний – 0,05 мг/л та максимальний – 0,9 мг/л. Середній вміст фосфат-іону у воді із пункту 12 у пониззі річки був більший у 1,5 раза порівняно із пунктом 1 Київського водосховища, отже загалом спостерігається збільшення фосфору протягом русла р. Дніпро, що є чинником інтенсифікації «цвітіння» води у Дніпрі [24]. Зазначене можливо пояснити насамперед забрудненням водойми через скидання неочищених стічних вод, що вміщують фосфатні мийні засоби [7]. Зокрема, за даними Державного агентства водних ресурсів у 2016 р. у водні об'єкти ба-

сейну Дніпра в Україні всього разом із зворотними водами (без врахування шахтно-кар'єрних вод) було скинуто 1939 тонн фосфатів [25].

Результати досліджень підтвердили наявність у річковій воді амонію у кількостях, що відповідають чинним нормативним вимогам щодо якості питної води ($\leq 2,6$ мг/л), але у таких, що можуть сприяти надмірній евтрофікації (більше як 0,3 мг/л) [26]. Упродовж 2015-2017 рр. у різних пробах виявлено вміст амонію мінімальний – 0,1 мг/л (відповідає 1 класу якості) та максимальний – 1,43 мг/л (відповідає 4 класу якості за ДСТУ 4808:2007). Якщо порівнювати середню концентрацію амонію ($0,315 \pm 0,006$ мг/л) з концентраціями у 12-ти пунктах відбору проб, то її достовірно перевищуватимуть концентрації у пунктах: 2 ($0,381 \pm 0,009$ мг/л), 3 ($0,379 \pm 0,014$ мг/л), 4 ($0,376 \pm 0,012$ мг/л), 5 ($0,348 \pm 0,021$ мг/л), 6 ($0,516 \pm 0,036$ мг/л). Вміст амонію у воді із пункту 2 Канівського у 1,2 раза був вищий за вміст із пункту 1 Київського водосховища, а у воді із пункту 6 Кам'янського у 1,5 раза більший, ніж із пункту 5 Кременчуцького водосховища. У воді із пункту 6 спостерігався максимальний вміст амонію ($0,516 \pm 0,036$ мг/л) порівняно із вмістом у інших пробах. Середній вміст амонію від пункту 1 до 12 зменшився у 2,6 раза (рис. 6).

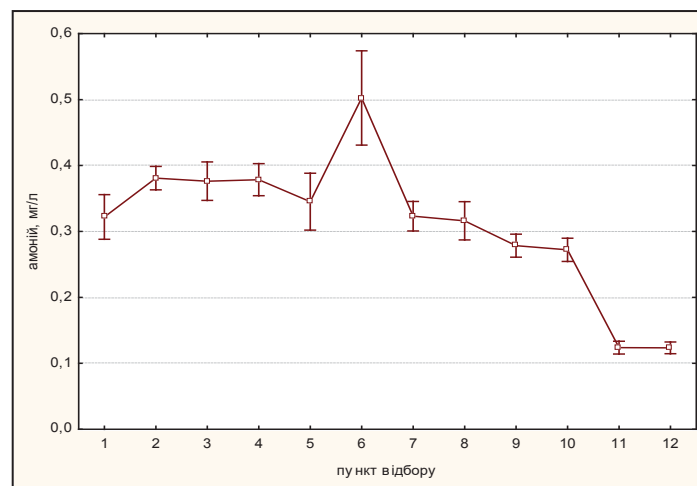


Рисунок 6. Середній вміст амонію у воді р. Дніпро: пункти відбору 1-12 аналогічні, зазначеним на рис. 1.

Основними засобами профілактики «цвітіння» води є запобігання попадання азоту та фосфору у водойми із стічними водами, поверхневим стоком сільськогосподарських угідь та додержання інших вимог з охорони водних об'єктів від забруднень [24]. Основними чинниками забруднення річкової води фосфором та азотом є забудова прибережно-захисних смуг, що повинні попереджати забруднення та засмічення поверхневої води (Водний Кодекс України), а також стічні води навіть після їх біологічного очищення [27]. Відповідно до ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні споруди та мережі. Основні положення проектування» для видалення біогенних речовин із біологічно чищених стічних вод рекомендується використовувати реактори циклічної дії (SBR-реактори), що можуть бути доукомплектовані обладнанням для хімічного видалення фосфору. На жаль, відповідна технологія очищення побутових стічних вод в Україні не поширена, кількість доочищених стічних вод упродовж 10 років збільшилася з 3% до 6% від загальної кількості очищених стічних вод [28].

Отже, на сьогодні є актуальним з метою поліпшення якості поверхневих вод встановити нормативи ЄС для азоту та фосфору в очищених стічних водах, які скидають у водойми. Зокрема, згідно з законодавством країн Європейського Союзу ці нормативи різні для різних агломерацій та залежать від їх розміру та виду стічних вод [14] (табл. 2).

Таблиця 2. Вимоги до якості стічних вод за вмістом фосфору та азоту.

Показник	Розмір агломерації ¹ , м ³ /добу	Середньорічний вміст, мг/л	Мінімальна ефективність очищення, %
Загальний фосфор	<5≤10 000	2 ²	80
	<10 000≤100 000	2	
	>100 000	1	
Загальний азот	<5≤10 000	20 ²	70–80
	<10 000≤100 000	15	
	>100 000	10	

Примітки:

¹ Агломерація – урбанізована територія, на якій концентрація населення та/або економічної діяльності є достатньою для каналізування міських стічних вод і направлення їх до підприємства з очищення міських стічних вод або у місця їх остаточного скиду;

² Для муніципальних/побутових стічних вод норматив може бути більший та встановлюватися за допомогою розрахунків за наданою у документі формулою.

Розвиток законодавчої бази щодо управління стічними водами в умовах імплементації європейського законодавства в Україні передбачає підготовку нормативно-правового акту з метою імплементації Директиви Ради 91/271/ЄЕС від 21 травня 1991 року про очистку міських стічних вод [15], що передбачає:

1. Всі агломерації >2000 е.н. повинні бути забезпечені системами каналізації.
2. Вторинне (механічне і біологічне) очищення всіх стоків в усіх агломераціях >2000 е.н.
3. Третинне очищення (доочищення від фосфору) всіх стоків у всіх агломераціях механічне і біологічне) очищення всіх стоків в усіх агломераціях >10 000 е.н. в разі скиду у чутливі до забруднення поживними речовинами (схильними до евтрофікації) водні об'єкти та їх водозабори.

Висновки

1. Проведені дослідження підтвердили, що основне джерело питного водопостачання України характеризується підвищеним вмістом органічних та біогенних речовин. Порівняльна оцінка середньорічного вмісту відповідних показників якості річкової води дозволила зробити висновок щодо їх нестабільності у часі та просторі. Найбільший негативний техногенний вплив на поверхневі води мають регіони з великими промисловими об'єктами.

2. Кореляційний аналіз між температурою та показниками якості річкової води показав достовірний її зв'язок з ХСК ($p < 0,001$) у всіх пунктах відбору проб. Побудовані математичні моделі, що описують позитивну ХСК ($p < 0,001$) від температури, а також динаміку змін концентрацій ХСК від сезону року, підтверджено максимальний пік у теплий період року ($p < 0,001$) (першу декаду серпня).

3. Одним із пріоритетних завдань сьогодення повинно бути зниження вмісту органічних речовин, фосфору та азоту у поверхневих водах шляхом встановлення прибережних смуг з метою охорони поверхневих водних об'єктів від забруднення і засмічення, що передбачено законодавством, а також застосування сучасних технологій з очищення промислових та господарсько-побутових стічних вод, що потребує нормативного регулювання. Подальша гармонізація водного законодавства України з європейським сприятиме попередженню захворюваності населення, пов'язаною з водним фактором.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ставицький Е.А., Рудько Г.І., Яковлева Є.О. та ін. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання. Чернівці: Букрек, 2011. Т. 1. 348 с.
2. Прокопов В.О. Гігієнічні проблеми водопостачання в Україні // Досвід та перспективи наукового супроводу проблем гігієнічної науки та практики / за ред. А.М. Сердюка. К., 2011. С. 106-132.
3. Маценко О.М., Чигрин О.Ю., Тарановський В.І., Долгодуш А.І. Соціо-еколого-економічні проблеми водопостачання в Україні // Механізм регулювання економіки. 2011. №4. С. 264-271.
4. Смирнова С.М., Смирнов В.М., Багатюк Д.В. Оцінка можливості використання підземних джерел води в якості питної води на прикладі мікрорайону Терновка міста Миколаєва // Науковий вісник МДУ ім. В.О. Сухомлинського. 2014. Вип. 62 (107). С. 57-63.
5. Линник П.М. Органічні речовини поверхневих вод. К. : Центр екол. освіти та інформації, 2008. Т. 3. С. 45-46.
6. Himberg K., Keijola A.-M., Hiisvirta L. et al. The effect of water treatment processes on the removal of hepatotoxins from *Microcystis* and *Oscillatoria* cyanobacteria: A laboratory study // *Water Research*, 1989. №8. Vol. 23. P. 979-984.
7. Денис О. Вода і енергія: сучасні підходи // Вода і водоочисні технології. 2018. №2 (88). С. 12-17.
8. Селезнева А.В., Селезнев В.А. От локального мониторинга к регулированию сброса загрязняющих веществ в водные объекты // *Водное хозяйство России*. 2008. №2. С. 4-21.
9. Лушкин И.А., Стрелков Д. А., Немнонова М.А. Проблемы забора и очистки воды для водоснабжения из источников с обильной водной растительностью // *Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура*. 2012. №1. С.50-54.
10. Стрелков К.Е., Лукшин И.А., Фелинков В.М. Причины и последствия цветения водоисточников, используемых для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения // *Вестник НГИЭИ*. 2014. №12 (43). С. 79-83.
11. Ковальчук Л.И., Мокиенко А.В., Нестерова Д. А. Гигиеническая оценка цианобактерий озер Украинского Придунавья // *Достижения биологии та медицины*. 2014. №2 (24). С. 10-13.
12. El-Shehawy R., Gorokhova E., Fernández-PiZas F., F.F. del Campo. Global warming and hepatotoxin production by cyanobacteria: What can we learn from experiments? // *Water Research*. 2012. Vol. 46, №5. P. 1420-1429.
13. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы. М. : ИНФРА-М, 2007. 192 с.
14. Dėl Nuotekų Tvarkymo Reglamentas Patvirtinimo : fine iš 17/09/06 Nr. D1-236. Vilnius, 2006. 18 p.
15. Директива Ради 91/271/ЄЕС "Про очистку міських стічних вод" від 21 травня 1991 року / Верховна Рада України. URL : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_911.
16. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання : ДСТУ 4808:2007. Чинний від 05.07.2007. К. : Держспоживстандарт України, 2007. 39 с.
17. Марієвський В.Ф., Бондаренко В.І. Новий підхід в технології знезараження питної води // *ЕТЕВК-2001* : зб. тез доп. міжнар. конгресу, Україна. Харків, 2001. С. 86-88.
18. Прокопов В.А., Тетенева И.А., Мартыщенко Н.В., Некрасова Л.С., Валявская Г.И. Санитарное состояние р. Днепр по результатам ведомственного мониторинга // *Гигиена населенных мест : сб. науч. тр. К., 2000. Вып. 37. С. 87-90.*
19. Прокопов В.А., Тетенева И.А., Тарабарова С.Б., Мартыщенко Н.В., Некрасова Л.С., Валявская Г.И. Гигиеническая оценка качества воды р. Днепр в пределах Украины // *Гигиена населенных мест : сб. науч. тр. К., 1999. Вып. 35. С. 77-82.*
20. Санитарные правила охраны поверхностных вод от загрязнения : СанПиН 4630-88. М. : Министерство здравоохранения СССР, 1988. 70 с.

21. Балакина М.Н., Кучерук Д.Д., Билык Ю.С. и др. Очистка сточных вод от биогенных элементов // Химия и технология воды. 2013. №5. Т. 35. С. 386-397.
22. Кульский Л.А. Основы физико-химических методов обработки воды. М.: Министерство коммунального хозяйства РСФСР, 1962. 220 с.
23. Полищук А.А., Яловский Г.В., Мозолевская Т.Н., Гольцов В.И. Содержание фосфатов в р. Днестр и сточных водах г. Одесса // Український гідрометеорологічний журнал. 2012. №11. С. 195-201.
24. Станкевич В.В. Гігієнічне обґрунтування умов водокористування в зв'язку з евтрофуванням водойм : автореф. дис. ...доктора мед. наук: 14.00.07 «гігієна». Київ, 1996. 42 с.
25. Державний водний кадастр. Розділ «Водокористування». Щорічник водокористування. 2016 р. Басейн Дніпра / Державне агентство водних ресурсів. URL : <https://monosnap.com/file/2HC2PoYRqSftRnGsjY9drtcUhbKvxW>.
26. Мокієнко А.В., Ковальчук Л.Й. Українське Придунав'я: гігієнічні та медико-екологічні основи впливу води як фактора ризику на здоров'я населення. Одеса : Прес-кур'єр. 2017. 352 с.
27. Aristi I., von Schiller D., Arroita M. et al. Mixed effects of effluents from a wastewater treatment plant on river ecosystem metabolism: subsidy or stress? // *Freshwater Biology. ScienceDaily*. 2015. №60 (7). URL : <https://www.sciencedaily.com/releases/2015/10/151029134654.htm>.
28. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. URL : <http://old.menr.gov.ua/index.php/dopovid>.

REFERENCES

1. Stavytskyi E.A., Rudko H.I., Yakovlieva Ye.O. et al. Stratehiia vykorystannia resursiv pytnykh pidzemnykh vod dlia vodopostachannia [Strategy for the Use of Drinking Groundwater Resources for Water Supply]. Chernivtsi: Bukrek. 2011 ; 1 : 348 p. (in Ukrainian).
2. Prokopov V.O. Hihienichni problemy vodopostachannia v Ukraini. Dosvid ta perspektyvy naukovooho suprovodu problem hihienichnoi nauky ta praktyky [Hygienic Problems of Water Supply in Ukraine. Experience and Prospects of Scientific Support of Problems of Hygienic Science and Practice]. A.M. Serdiuk (ed.). Kyiv. 2011 : 106-132 (in Ukrainian).
3. Matsenko O.M., Chyhryn O.Yu., Taranovskyi V.I., Dolhodush A.I. Sotsio-ekoloho-ekonomichni problemy vodopostachannia v Ukraini. Mekhanizm rehuliuвання ekonomiky [Socio-ecological and Economic Problems of Water Supply in Ukraine. Mechanism of Economic Regulation]. 2011 ; 4 : 264-271 (in Ukrainian).
4. Smyrnova S.M., Smyrnov V.M., Bahatiuk D.V. Otsinka mozhlyvosti vykorystannia pidzemnykh dzhered vody v yakosti pytnoi vody na prykladi mikroraiou Ternovka mista Mykolaieva [Estimation of Possibility of Use of Underground Sources of Water as Drinking Water on an Example of the Ternovka Residential District of the City of Mykolaiv]. Naukovyi visnyk MDU im. V.O. Sukhomlynskoho [Scientific Herald of MSU of them. VO Sukhomlinsky]. 2014 ; 62 (107) : 57-63 (in Ukrainian).
5. Lynnyk P.M. Orhanichni rehovyny poverkhnevnykh vod [Organic Matter of Surface Waters]. Kyiv : Tsentralna ekolog. osvity ta informatsii. 2008 ; 3 : 45-46 (in Ukrainian).
6. Himberg K., Keijola A.-M., Hiisvirta L. et al. Water Reserch. 1989 ; 8 (23) : 979-984.
7. Denys O. Voda i enerhiia: suchasni pidkhody [Water and Energy: Modern Approaches]. Voda i vodoochysni tekhnolohii [Water and Water Treatment Technologies]. 2018 ; 2 (88) : 12-17 (in Ukrainian).
8. Selezneva A.V., Seleznev V.A. Ot lokalnogo monitoringa k regulirovaniyu sbrosa zagryaznyayushchikh veshchestv v vodnye obekty [From Local Monitoring to Regulating the Discharge of Pollutants into Water Bodies]. Vodnoe khozyaystvo Rossii [Water Management of Russia]. 2008 ; 2 : 4-21 (in Russian).

9. Lushkin Y.A., Strelkov D.A., Nemnonova M.A. Problemy zabora i ochistki vody dlya vodospobzheniya iz istochnikov s obilnoy vodnoy rastitelnostyu [Problems of Water Intake and Purification for Water Supply from Springs with Abundant Aquatic Vegetation]. Vestnyk SGASU. Gradostroitelstvo i arkhitektura [Vestnik SGASU. Urban Planning and Architecture]. 2012 ; 1 : 50-54 (in Russian).
10. Strelkov K.E., Lukshin Y.A., Felinkov V.M. Prichiny i posledstviya tsveteniya vodoistochnikov, ispolzuemykh dlya tseley khozyaystvenno-pitevogo vodospobzheniya [Causes and Consequences of Flowering of Water Sources Used for the Purposes of Economic and Drinking Water Supply]. Vestnik NGIEI. 2014 ; 12 (43) : 79-83 (in Russian).
11. Kovalchuk L.Y., Mokienko A.V., Nesterova D.A. Gigienicheskaya otsenka tsianobakteriy ozer Ukrainskogo Pridunavya [Hygienic Assessment of Cyanobacteria of Lakes of the Ukrainian Danube]. Dosiahnennia biolohii ta medytsyny [Achievements of Biology and Medicine]. 2014 ; 2 (24) : 10-13 (in Russian).
12. El-Shehawy R., Gorokhova E., Fernández-PiZas F., F. F. del Campo. Water Research. 2012 ; 46 (5) : 1420-1429.
13. Hidrokhimicheskie pokazateli sostoyaniya okruzhayushchey sredy: spravochnye materialy [Hydrochemical Indicators of the State of the Environment: Reference Materials]. Moscow : YNFRA-M. 2007 : 192 p. (in Russian).
14. Dėl Nuotekų Tvarkymo Reglamentas Patvirtinimo : fine iš 17/09/06 Nr. D1-236. Vilnius. 2006 : 18 p.
15. Dyrektyva Rady 91/271/JeES "Pro ochystku miskykh stichnykh vod" vid 21 travnia 1991 roku. Verkhovna Rada Ukrainy [Council Directive 91/271 / EEC "On Urban Waste Water Treatment" of 21 May 1991. The Verkhovna Rada of Ukraine.]. URL : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_911.
16. Dzherela tsentralizovanoho pytnoho vodopostachannia. Hihienichni ta ekolohichni vymohy shchodo yakosti vody i pravyla vybyrannia : DSTU 4808:2007. Chynnyi vid 05.07.2007 [Sources of Centralized Drinking Water Supply. Hygienic and Environmental Requirements for Water Quality and Selection Rules: DSTU 4808: 2007. Valid from 05.07.2007]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 2007 : 39 p.
17. Mariievskiy V.F., Bondarenko V.I. Novyi pidkhid v tekhnolohii znezarazhennia pytnoi vody [A New Approach in the Technology of Disinfection of Drinking Water]. ETEVK-2001 : zb. tez dop. mizhnar. konhresu, Ukraina [ETEVK-2001: Coll. Thesis Add. International Congress, Ukraine]. Kharkiv. 2001 : 86-88 (in Ukrainian).
18. Prokopov V.A., Teteneva Y.A., Martyshchenko N.V., Nekrasova L.S., Valyavskaya H.Y. Sanitarnoe sostoyanie r. Dnepr po rezul'tatam vedomstvennogo monitoringa [Sanitary Condition of the Dnieper River According to the Results of Departmental Monitoring]. Gigiena naseleennykh mest : sb. nauch. tr. [Hygiene of Populated Places: Scientific Collection]. Kiev ; 2000 ; 37 : 87-90 (in Russian).
19. Prokopov V.A., Teteneva Y.A., Tarabarova S.B., Martyshchenko N.V., Nekrasova L.S., Valyavskaya H.Y. Gigienicheskaya otsenka kachestva vody r. Dnepr v predelakh Ukrainy [Hygienic Assessment of Water Quality of the Dnieper River within Ukraine]. Gigiena naseleennykh mest : sb. nauch. tr. [Hygiene of Populated Places: Scientific Collection]. Kiev ; 1999 ; 35 : 77-82 (in Russian).
20. Sanitarnye pravila okhrany poverkhnostnykh vod ot zagryazneniya : SanPiN 4630-88 [Sanitary Rules of Protection of Surface Waters Against Pollution: SanPiN 4630-88]. Moscow : Mynysterstvo zdravookhraneniya SSSR [Ministry of Health of the USSR]. 1988 : 70 p.
21. Balakina M.N., Kucheruk D.D., Bilyk Yu.S. et al. Ochistka stochnykh vod ot byogennykh elementov [Wastewater Treatment from Nutrients]. Khimiya i tekhnologiya vody [Chemistry and Technology of Water]. 2013 ; 5 (35) : 386-397 (in Russian).
22. Kul'skiy L.A. Osnovy fiziko-khimicheskikh metodov obrabotki vody [Fundamentals of Physicochemical Methods of Water Treatment]. Moscow : Ministerstvo komunalnogo khazyaystva RSFSR [Ministry of Communal Services of the RSFSR]. 1962 : 220 p. (in Russian).

23. Polishchuk A.A., Yalovskiy G.V., Mozolevskaya T.N., Goltsov V.Y. Soderzhanie fosfatov v r. Dnestr i stochnykh vodakh g. Odessa [The Content of Phosphates in the Dniester and Sewage of Odessa]. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal* [Ukrainian Hydrometeorological Journal]. 2012 ; 11 : 195-201 (in Russian).
24. Stankevych V.V. Hihiienichne obruntuvannia umov vodokorystuvannia v zviazku z evtrofuvanniam vodoim : avtoref. dys. ...doktora med. nauk: 14.00.07 «hihiiena» [Hygienic Substantiation of Water Use Conditions in Connection with Eutrophication of Reservoirs: Author's Ref. Dis. ... Dr. Med. Sciences: 14.00.07 "Hygiene"]. Kyiv. 1996 : 42 p. (in Ukrainian).
25. Derzhavnyi vodnyi kadastr. Rozdil «Vodokorystuvannia». Shchorichnyk vodokorystuvannia. 2016 r. Basein Dnipra [State Water Cadastre. Section "Water Use". Yearbook of Water Use. 2016. Dnieper Basin]. Derzhavne ahentstvo vodnykh resursiv [State Agency of Water Resources]. (in Ukrainian). URL : <https://monosnap.com/file/2HC2PoYRqSftRnGsjY9drtcUhbKvxW>.
26. Mokiienko A.V., Kovalchuk L.I. Ukrainske Prydunavia: hihiienichni ta medyko-ekolohichni osnovy vplyvu vody yak faktora ryzyku na zdorovia naseleння [Ukrainian Danube: Hygienic and Medical-ecological Bases of Water Impact as a Risk Factor for Public Health]. Odesa : Pres-kurier. 2017 : 352 p. (in Ukrainian).
27. Aristi I., von Schiller D., Arroita M. et al. Freshwater Biology. ScienceDaily. 2015 ; 60 (7). URL : <https://www.sciencedaily.com/releases/2015/10/151029134654.htm>.
28. Natsionalna dopovid pro yakist pytnoi vody ta stan pytnoho vodopostachannia v Ukraini. Ministerstvo rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy [National Report on Drinking Water Quality and the State of Drinking Water Supply in Ukraine. Ministry of Regional Development, Construction and Housing of Ukraine] (in Ukrainian). URL : <http://old.menr.gov.ua/index.php/dopovidi>.

Надійшла до редакції / Received: 07.12.2020