

УДК 504.06:556.114(28)

Т.П. ЖЕЖЕРЯ, к. геогр. н., наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: tanyadyka@ukr.net
ORCID 0009-0007-2394-7271

В.А. ЖЕЖЕРЯ, к. геогр. н., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: zhezheryava1981@gmail.com
ORCID 0000-0002-1128-5270

П.М. ЛИННИК, д. х. н., проф., зав. відділу,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: peter-linnik@ukr.net
ORCID 0000-0002-2144-4052

В.П. ОСИПЕНКО, к. б. н., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: vosypenko@ukr.net
ORCID 0009-0006-3100-4655

ГІДРОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛИХ РІЧОК І ВОДОЙМ В МЕЖАХ УРБАНІЗОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ

У статті розглянуто результати досліджень гідрохімічного режиму річок Буча, Рокач, Ірпінь і ставка біля Гостомельської міської ради протягом 2022—2023 рр. Встановлено, що досліджувані водні об'єкти зазнають забруднення сполуками неорганічного азоту, фосфору, розчиненими органічними речовинами (РОР) антропогенного походження, аніоноактивними синтетичними поверхнево-активними речовинами (АСПАР), ферумом, манганом і хромом. Для них характерний дефіцит розчиненого кисню протягом року, хоча його концентрація знаходилась в широких межах — 0—14,6 мг/дм³. Найнижчі концентрації О₂ виявлено в річках Буча і Рокач. Мінералізація води у річках Ірпінь, Буча та Рокач змінюється в межах відповідно 393—466, 341—581 і 368—438 мг/дм³, а в ставку вона становить 398—512 мг/дм³. У межах урбанізованої території вміст неорганічного і загального азоту та фосфору у воді досліджуваних річок був в рази вищим, ніж вище за їхньою течією. Наприклад, у р. Буча їхня концентрація становила відповідно 0,8—22,6 і 3,8—30 мг N/дм³ та 0,034—1,625 і 0,293—1,776 мг P/дм³. Встановлено, що у межах урбанізованої території частка сполук неорганічного азоту і фосфору перевищувала в середньому 50 і 40 % їхнього загального вмісту. Вміст легко-

Ц и т у в а н н я: Жежеря Т.П., Жежеря В.А., Линник П.М., Осипенко В.П. Гідрохімічна характеристика малих річок і водойм в межах урбанізованої території. *Гідробіол. журн.* 2024. Т. 60, № 5. С. 99—118.

окиснюваних РОР становив 3,5—10,1 мг $C_{орг}/дм^3$, а загальний вміст РОР — 9,4—30 мг $C_{орг}/дм^3$. Найбільшого забруднення РОР зазнає р. Буча. Серед РОР домінують гумусові речовини, частка яких становить 10,6—63,4 % (у середньому 44,0 % $C_{орг}$), а інші групи складають 19,7—62,7 % (у середньому 38,6 % $C_{орг}$). Вміст АСПАР у воді досліджуваних річок в межах урбанізованої території досягав 0,105—0,386 мг/дм³. Вміст розчинного Al, Fe, Mn і Cr становив 15,4—52, 20—1612, 26,8—2346 і 7,0—93,9 мкг/дм³, досягаючи максимальних величин у межах урбанізованої території. За досліджуваними показниками вода належить до III—V класу якості (забруднена і дуже брудна).

Ключові слова: поверхневі водні об'єкти, малі річки, ставок, урбанізована територія, мінералізація, біогенні речовини, розчинені органічні речовини, метали

В умовах сьогодення вплив урбанізованих територій на довкілля в цілому та поверхневі води зокрема слід розглядати як важливу складову антропогенного впливу, який позначається значною мірою на хімічному складі води. Формування нових антропогенних ландшафтів, а також неконтрольована і часто згубна діяльність людини стають наразі глобальною проблемою для водних об'єктів [12]. Наприклад, у водоймах з уповільненим водообміном часто спостерігаються дефіцит розчиненого кисню та формування анаеробних умов у придонних шарах води, що призводить до уповільнення їхньої самоочисної здатності та вторинного забруднення водного середовища різноманітними хімічними сполуками. Особливої уваги серед них заслуговують біогенні і органічні речовини, а також сполуки металів, міграційна здатність яких залежить від окисно-відновних умов [18, 21]. Водночас, малі річки, як і водойми, не менш уразливі, оскільки у межах населених пунктів вони стають своєрідними колекторами скидних та зливових стічних вод. Так, згідно [20], частка стічних вод, які надходять до цих водотоків може перевищувати 50 % їхнього загального стоку.

До характерних особливостей водного балансу малих водойм і водотоків урбанізованої території належать тенденція до стрімкого накопичення токсичних речовин, замулення, заростання, уповільнення водообміну, евтрофікація, зменшення площі водного дзеркала тощо, що призводять до погіршення якості води. Забруднення водного середовища сполуками металів, біогенними й органічними речовинами природного і штучного походження може відбуватися не лише прямо, але й в результаті пошкодження об'єктів інфраструктури водозабезпечення та очистки води. Внаслідок антропогенної діяльності відбувається істотне погіршення стану водного середовища аж до його непридатності для нормального розвитку і функціонування живих організмів. Саме з цієї причини гідрохімічні показники дозволяють встановити ключові чинники, які визначають умови функціонування водних екосистем [18, 28].

Мета роботи полягала у дослідженні сучасного гідрохімічного режиму і оцінці якості води деяких водних об'єктів міської агломерації Бучі, Ірпеня і Гостомеля, які знаходились в зоні активних бойових дій у 2022 р.

Матеріал і методика досліджень

Дослідження гідрохімічного режиму річок Ірпінь, Буча, Рокач та ставка біля Гостомельської міської ради відбувалось у різні пори року відповідно до наведених на рис. 1 станцій відбору проб.

Річка Ірпінь — права притока Дніпра, починається поблизу с. Яроповичі (Житомирська обл.) та впадає у Київське водосховище біля с. Козаровичі (Київська обл.). Довжина річки — 162 км, площа басейну — 3340 км², середньорічна витрата води — 7,6 м³/с, об'єм водного стоку — 0,24 км³. Долина річки коритоподібна, шириною до 4 км і глибиною до 40 м. Заплава раніше була заболочена, шириною до 1,5 км. Русло завширшки 25—40 м, з похилом 0,7 м/км [19].

Річка Буча — ліва притока р. Ірпінь, витікає поблизу с. Мотижин (Київська обл.), гирло знаходиться неподалік м. Гостомеля. Довжина річки — 34 км, площа басейну — 301 км². Долина трапецієподібна шириною 4 км. Русло слабкозвивисте, завширшки 5 м [3].

Річка Рокач — ліва притока р. Ірпінь, яка бере свій початок поблизу с. Микуличі (Київська обл.) і впадає в р. Ірпінь в межах м. Гостомеля. Довжина річки — 17 км, площа басейну — 160 км² [15].

Ставок біля Гостомельської міської ради — водойма без назви, яка знаходиться за вулицями Свято-Покровська і Дніпровська. Його довжина становить 480 м, максимальна і середня ширина — 130 і 118 м, максимальна і середня глибина — 8 і 3,3 м, площа водойми — 5,68 га, об'єм — 187,1 тис. м³. Площа водозбору — 1,3 км². Ставок розташований у природній балці р. Рокач-2. Тип живлення — змішаний. Водойма не заповнюється до нормального підпірного рівня через щільну забудову та відсутність притоку води з р. Рокач-2. Ставок використовується в рекреаційних цілях. Всі характеристики наведено з водогосподарського паспорту цього водного об'єкту.

Проби води відбирали з поверхневого горизонту ($\approx 0,5$ м) за допомогою модифікованого батометра-склянки [13] у поліпропіленові ємності протягом 2022—2023 рр. За цей час було проаналізовано 30 зразків води. Для відокремлення завислих речовин використовували мембранні фільтри «Fioroni» (КНР) з діаметром пор 0,45 мкм. Температуру і рН води, загальну мінералізацію, концентрацію розчиненого кисню визначали на місці відбору за допомогою мультифункціонального приладу Ezodo 7200 (Тайвань). Коректність результатів вимірювання концентрації O₂ зазначеним приладом контролювали методом Вінклера [1].

Вміст неорганічних форм азоту, неорганічного фосфору та розчинного силіцію визначали у фільтратах води, використовуючи загальноприйнятні методики фотометричного визначення [1]. Концентрацію загального азоту вимірювали після окиснення азотовмісних органічних сполук і сполук неорганічного азоту до нітрат-йонів, використовуючи персульфат калію у лужному середовищі. Концентрацію загального фосфору визначали у фільтратах води після фотохімічного окиснення POP у кислому середовищі.

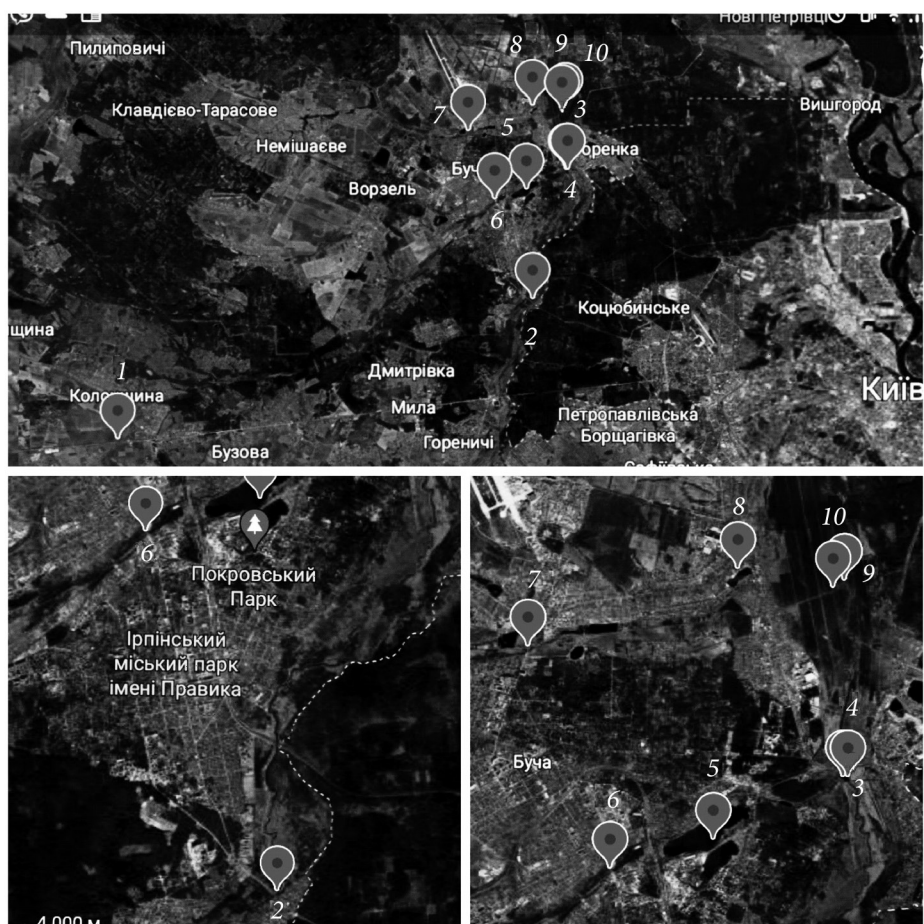


Рис. 1. Карта-схема станцій відбору проб води на річках Ірпінь, Буча і Рокач поза та в межах міст Буча і Гостомель: 1 — р. Буча біля с. Северинівки (50°25'31"N 29°57'19"E), 2 — р. Ірпінь, автоматів в м. Ірпінь, (50°29'28"N 30°15'33"E), 3 — гирло р. Бучі (50°33'05"N 30°17'02"E), 4 — місце впадіння р. Бучі в р. Ірпінь (50°33'05"N 30°17'06"E), 5 — ставок на р. Бучі, м. Буча (50°32'29"N 30°15'17"E), 6 — р. Буча, вул. Вокзальна (50°32'15"N 30°13'53"E), 7 — р. Рокач, вул. Вокзальна (50°34'10"N 30°12'44"E), 8 — ставок біля Гостомельської міської ради (50°34'52"N 30°15'34"E), 9 — гирло р. Рокач (50°34'43"N 30°16'52"E), 10 — р. Ірпінь, нижче впадіння р. Рокач (50°34'47"N 30°17'01"E)

Хімічне споживання кисню (ХСК) як непрямий показник вмісту РОР визначали з використанням різних окисників (KMnO_4 та $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) [1]. Концентрацію карбону органічних сполук ($\text{C}_{\text{орг}}$) розраховували за формулою $\text{C}_{\text{орг}} = 0,375 \times \text{ХСК}_{\text{Cr}}$ [16].

Для розділення РОР за хімічною природою застосовували метод йонообмінної хроматографії з використанням колонок, заповнених йонообмінними целюлозами — ДЕАЕ (діетиламіноетилцелюлоза) і КМ (карбоксиметилцелюлоза) виробництва фірми «SERVA».

Вміст гумусових речовин (ГР) у складі кислотної групи РОР визначали за градувальним графіком «Кольоровість води, °Cr-Co-шкали — концентрація ГР, мг/дм³». Кольоровість води вимірювали за допомогою імітаційної дихроматно-кобальтової шкали [1]. Для побудови градувального графіка використовували очищені і висушені препарати фульвокислот і гумінових кислот з води Канівського водосховища. Визначення білковоподібних речовин (БПР) здійснювали за реакцією Лоурі [5, 25], а вуглеводів (В) — за допомогою антрону [16]. Концентрацію аніоноактивних синтетичних поверхнево-активних речовин (АСПАР) визначали екстракційно-фотометричним методом [1, 8].

Концентрацію лабільної фракції розчинених металів визначали безпосередньо у фільтратах природної води за відсутності будь-якої їхньої пробопідготовки у найстисліші терміни після відбору. Розчинну форму металів вимірювали після фотохімічного окиснення РОР [2]. Вміст Al і Fe визначали фотометричними методами з використанням хромазуолу S і о-фенантроліну [1, 17], а Mn, Cu і Cr — хемілюмінесцентним методом [10, 23, 24].

Результати досліджень та їхнє обговорення

Стан кисневого режиму, мінералізація і рН води. Концентрація розчиненого кисню визначає значною мірою домінування окиснювальних або відновлювальних процесів у воді. За результатами досліджень було встановлено, що досліджувані водні об'єкти характеризуються переважно дефіцитом O₂ протягом року, хоча його концентрація знаходилась в широких межах — 0—14,6 мг/дм³ (табл. 1). Водночас, у ставку поблизу Гостомельської міської ради, навпаки, спостерігалось перенасичення води розчиненим киснем (102,9—165,8 %). Мінімальні його концентрації виявлено на 3 і 5—7 станціях відбору (відповідно ставок на р. Бучі, річки Буча і Рокач).

Формування дефіциту O₂ вказує на забруднення води різними хімічними сполуками, на окиснення яких він витрачається, а також на відсутність перебігу процесів самоочищення у цих водних об'єктах, оскільки це можливо лише за насичення води киснем більше 80 %. Водночас, перенасичення води киснем у досліджуваному ставку зумовлене його надходженням внаслідок фотосинтезу під час інтенсивного розвитку і функціонування фітопланктону, чому сприяють достатньо високі концентрації біогенних сполук у воді (табл. 2).

Величини рН води у річках Ірпінь, Буча та Рокач змінювались в межах 7,32—8,31, 7,37—8,02 і 7,62—8,14 відповідно. Водночас, у ставку біля Гостомельської міської ради величини рН води знаходились в межах 8,34—9,43 (див. табл. 1). Це зумовлено зсувом гідрокарбонатно-кальцієвої рівноваги в лужний бік внаслідок споживання вугільної кислоти фітопланктоном під час фотосинтезу.

Мінералізація води у річках Ірпінь, Буча та Рокач змінювалася в межах відповідно 393—466, 341—581 і 368—438 мг/дм³, а в ставку біля Гостомельської міської ради — в інтервалі 398—512 мг/дм³ (див. табл. 1).

Найбільших змін зазнає мінералізація води р. Буча, крайові величини якої відрізнялись на 240 мг/дм³, тоді як в р. Ірпінь і р. Рокач ця різниця становила лише 73 і 70 мг/дм³.

Біогенні речовини. До важливих компонентів хімічного складу поверхневих вод належать біогенні речовини — сполуки азоту, фосфору та силіцію. Саме сполуки азоту та фосфору істотним чином впливають на рівень евтрофування водних об'єктів [18, 22, 27]. До основних джерел надходження біогенних речовин у поверхневі водні об'єкти відносять комунально-побутові, промислові та сільськогосподарські стічні води.

За результати досліджень встановлено істотне забруднення води річок Буча, Рокач та Ірпінь сполуками азоту і фосфору. Наприклад, у воді р. Бучі вище за течією і поза межами населеного пункту (ст. 1) концентрація неорганічного і загального азоту не перевищувала відповідно 1,3 мг N/дм³ та 5,2 мг N/дм³, тоді як в межах м. Бучі вона знаходилась в інтервалі відповідно 0,8—22,6 та 3,8—30 мг N/дм³. Вміст неорганічного і загального фосфору у воді р. Бучі (ст. 1) варіював у діапазоні 0,031—0,046 і 0,243—

Таблиця 1
Концентрація розчиненого O₂ та величини рН і мінералізації води досліджуваних водних об'єктів протягом 2022—2023 рр.

Станції відбору проб	O ₂ , мг /дм ³	% насичення	рН	Мінералізація, мг/дм ³
1	7,0–10,4	77,7–91,1	7,75–7,82	456–458
	8,7	84,4	7,79	457
2	4,6–10,8	54,3–94,4	7,32–7,86	402–466
	7,3	71,9	7,63	423,7
3	0–6,5	0–61,2	7,54–7,84	384–540
	3,2	29,0	7,70	439,7
4	3,9–10,3	44,7–85,3	7,60–7,84	393–460
	6,4	58,5	7,73	416,7
5	1,0–3,7	12,3–37,7	7,37–8,02	363–498
	2,1	20,8	7,78	414
6	0,1–6,0	3,9–50,9	7,44–7,98	341–581
	2,9	26,7	7,63	450
7	1,4–10,2	16,2–84,9	7,62–7,94	368–407
	5,1	45,8	7,76	386
8	10,1–14,6	102,9–165,8	8,34–9,43	398–512
	12,7	130,2	8,74	437,3
9	8,1–10,5	94,9–96,7	7,75–8,14	389–438
	9,3	95,8	7,95	413,5
10	6,7–10,0	78,6–85,9	7,71–8,31	395–436
	8,3	82,3	8,01	415,5

Примітка. Тут і в табл. 2, 5 і 6: над ризикою граничні величини, під ризикою — середні значення.

0,272 мг Р/дм³, тоді як в межах міста їхня концентрація істотно зростала і досягала 0,034—1,625 і 0,293—1,776 мг Р/дм³. Водночас, річки Ірпінь і Рокач були меншою мірою забруднені сполуками фосфору (табл. 2). Вміст фосфору у досліджуваному ставку (ст. 8) був нижчим, ніж у досліджуваних річках в межах урбанізованої території. Однак, ця водойма все ж зазнавала забруднення сполуками фосфору, оскільки в ній відбувався інтенсивний розвиток фітопланктону. Останнє підтверджується високим вмістом завислих речовин 12,0—52,7 мг/дм³ сухої маси, які переважно органічної природи (фітопланктон і детрит).

У досліджуваних водних об'єктах у межах міст Бучі і Гостомеля також виявлено значне забруднення води сполуками азоту, зокрема річок Буча і Рокач. У р. Ірпінь їхні концентрації були нижчими, але відмічено зростання після впадіння р. Рокач (див. табл. 2). Концентрація неорганічного азоту у воді досліджуваних річок досягала такого рівня, як у стічних водах, особливо у воді р. Бучі. На станціях відбору проб в річках Ірпінь і Буча, де спостерігалось забруднення води сполуками азоту і фосфору, частка неорганічного азоту і фосфору досягала в середньому 55,6—87,7 % N_{заг} і 54,9—79,8 % P_{заг}, а вище за течією вона була нижчою і становила лише 38,6 % N_{заг} і 43,7 % P_{заг}. Виявлено, що в межах урбанізованої території частка сполук неорганічного азоту і фосфору перевищувала в середньому 50 і 40 % їхнього загального вмісту. Натомість у воді ставка (ст. 8) їхня частка була близькою до 20 %.

Встановлено, що серед неорганічних сполук азоту переважала амонійна форма, частка якої в середньому становила 72,4—90,7 % N_{неорг}. Це узгоджується з невисоким вмістом розчиненого O₂, за дефіциту якого значно уповільнюються процеси нітрифікації. Високі концентрації амонійного азоту і домінування цієї форми вказують на те, що річки Буча та Рокач виконують роль колекторів зливових і стічних вод, які надходять з водозбору урбанізованої території.

Концентрація Si_{розч} знаходилась у межах 1,0—11,9 мг/дм³ (ст. 6 і 7), а на інших станціях відбору вона не перевищувала 4,2 мг/дм³ (див. табл. 2).

Таким чином, у межах міст Бучі і Гостомеля відбувається істотне забруднення водних об'єктів сполуками азоту та фосфору. Згідно методики екологічної оцінки якості поверхневих вод [9], у межах урбанізованої території вода річок Бучі, Рокача і Ірпеня за досліджуваними гідрохімічними показниками належить переважно до III—V класу якості (помірно брудна — дуже брудна), вище за течією в річках Буча і Ірпінь — переважно до III класу якості (помірно брудна), а у ставку біля Гостомельської міської ради — до II—IV класу якості (чиста — брудна).

Розчинені органічні речовини. ХСК_{Мп} і ХСК_{Сг} належать до інтегральних показників вмісту РОР. Перший з них вказує на концентрацію легкоокислюваних РОР, а другий — на загальний їхній вміст у воді. Отримані результати досліджень вмісту РОР за цими показниками, а також їхнє співвідношення дозволяє опосередковано визначати частку органічних сполук природного і штучного походження.

Таблиця 2
Вміст різних форм азоту, фосфору і розчинного силіцію у воді досліджуваних водних об'єктів протягом 2022–2023 рр.

Стан-ції	NH_4^+ , мг N/дм ³	NO_2^- , мг N/дм ³	NO_3^- , мг N/дм ³	$\text{N}_{\text{несерь}}$, мг N/дм ³	$\text{N}_{\text{серь}}$, мг N/дм ³	$\text{N}_{\text{зар}}$, мг N/дм ³	$\text{P}_{\text{несерь}}$, мг P/дм ³	$\text{P}_{\text{серь}}$, мг P/дм ³	$\text{P}_{\text{зар}}$, мг P/дм ³	$\text{Si}_{\text{розч}}$, мг/дм ³
1	0,000–0,054 0,027	0,010–0,144 0,077	0,008–1,17 0,591	0,072–1,318 0,695	1,531–5,139 3,335	2,85–5,21 4,03	0,031–0,046 0,039	0,197–0,241 0,219	0,243–0,272 0,258	2,9–3,0 3,0
2	0,508–0,829 0,651	0,017–0,454 0,232	0,422–1,70 1,084	0,947–2,776 1,967	0,368–2,833 1,756	3,14–4,24 3,72	0,042–0,589 0,248	0,141–0,391 0,237	0,255–0,768 0,485	2,9–3,1 3,0
3	0,522–2,253 1,155	0,000–0,026 0,010	0,080–0,615 0,328	0,815–2,2,64 1,188	3,465–7,456 5,191	4,28–30,09 17,1	0,034–1,62 0,815	0,009–0,355 0,172	0,389–1,78 0,987	2,8–4,2 3,5
4	0,393–0,580 0,459	0,016–0,374 0,136	0,389–1,387 0,765	0,798–2,341 1,360	1,019–3,136 2,284	3,36–3,93 3,64	0,057–0,436 0,201	0,149–0,438 0,291	0,259–0,722 0,492	2,8–3,1 3,0
5	2,508–19,13 10,11	0,118–0,569 0,275	0,290–0,489 0,373	2,940–19,59 10,75	1,798–8,702 5,330	4,74–28,29 16,1	0,586–1,07 0,767	0,008–0,443 0,219	0,649–1,28 0,986	3,5–3,8 3,6
6	2,112–15,44 8,650	0,000–0,274 0,096	0,010–1,387 0,666	3,773–15,50 9,40	0,016–8,508 2,852	3,804–23,97 12,26	0,093–0,687 0,403	0,197–0,349 0,249	0,293–0,884 0,652	1,0–11,9 5,0
7	1,728–8,328 4,379	0,023–0,149 0,071	0,015–2,362 1,089	1,010–8,366 5,538	0,106–5,573 2,239	4,34–13,94 7,78	0,048–0,375 0,236	0,157–0,502 0,334	0,205–0,877 0,570	2,2–9,0 4,6
8	0,036–0,125 0,077	0,011–0,037 0,022	0,005–0,638 0,274	0,147–0,711 0,373	0,791–3,890 2,591	1,50–4,15 2,96	0,000–0,102 0,034	0,263–0,542 0,442	0,263–0,644 0,476	1,0–4,0 2,2
9	0,015–0,071 0,043	0,075–0,184 0,130	0,100–1,458 0,779	0,299–1,604 0,952	1,522–2,450 1,986	2,75–3,13 2,938	0,023–0,482 0,253	0,185–0,195 0,190	0,218–0,667 0,443	1,3–1,5 1,4
10	2,580–4,427 3,504	0,035–0,179 0,107	0,567–1,600 1,084	4,215–5,173 4,694	0,543–3,894 2,219	4,76–9,07 6,91	0,193–0,364 0,279	0,183–0,272 0,228	0,376–0,636 0,506	3,0–3,4 3,2

Величини ХСК_{Мп} у досліджуваних водних об'єктах коливалися від 9,2 до 26,9 мг О/дм³, а ХСК_{Ср} — від 25,0 до 80,0 мг О/дм³ (табл. 3). Вміст легкоокиснюваних РОР варіював від 3,5 до 10,1 мг С_{орг}/дм³, а загальний вміст — від 9,4 до 30,0 мг С_{орг}/дм³.

За цими показниками найбільш забрудненою виявилася вода р. Бучі (ст. 3 і 6) влітку і восени. Високі величини ХСК_{Мп} і ХСК_{Ср} характерні також для води р. Рокач (ст. 7) протягом усіх сезонів. Найчистішим водним об'єктом за цими показниками був ставок біля Гостомельської міської ради (ст. 8). Середньорічні величини ХСК_{Мп} і ХСК_{Ср} для води р. Ірпінь (ст. 2) становили відповідно 12,1 і 39,6 мг О/дм³. Нижче за течією після впадіння річок Буча і Рокач вони не зазнавали істотних змін і не перевищували відповідно 14,0 і 42,2 мг О/дм³ (ст. 10). Деяко гірша ситуація на ст. 4 (див. табл. 3). Сезонна динаміка вмісту РОР відповідала традиційному підвищенню їхньої концентрації влітку і незначному зниженню восени. Величини ХСК_{Мп} і ХСК_{Ср} для води р. Ірпінь (ст. 2, 4 і 10) вказують на задовільну самоочисну здатність водного середовища.

Згідно методики екологічної оцінки якості поверхневих вод [9], за максимальними величинами ХСК_{Мп} і ХСК_{Ср} вода у річках Буча і Рокач відповідала V класу якості (дуже брудна), а у ставку (ст. 8) — III класу якості (помірно брудна). У р. Ірпінь воду можна віднести до III—IV класу якості (помірно брудна — брудна).

Співвідношення ХСК_{Мп}/ХСК_{Ср} дозволяє надати якісну оцінку походження РОР. Якщо співвідношення ХСК_{Мп}/ХСК_{Ср} >40 %, то це вказує на високі концентрації ароматичних органічних речовин і, насамперед, природного алохтонного гумусу. Співвідношення ХСК_{Мп}/ХСК_{Ср} <40 %, навпаки, може свідчити про накопичення у воді автохтонних нетрансформованих РОР аліфатичного ряду (в т.ч. «планктонного» гумусу) або забруднювальних речовин антропогенного походження [7, 14].

У річках Буча і Рокач співвідношення ХСК_{Мп}/ХСК_{Ср}, становило 20,0—38,4 %. Низькі величини цього співвідношення і високі величини ХСК_{Ср} свідчать про забруднення води у цих річках (див. табл. 3). У воді р. Ірпінь це співвідношення було подібним, а у ставку (ст. 8) воно наближалось в середньому до 40 %, що вказує як на присутність легкоокиснюваних РОР, так і алохтонного гумусу.

Дані стосовно динаміки вмісту окремих груп РОР у воді досліджуваних водних об'єктів наведено у табл. 4. Сезонні і просторові зміни вмісту В і БПР були подібні до змін вмісту легкоокиснюваних РОР. Концентрація В за цих умов коливалась у межах 3,19—7,19 мг/дм³, а БПР — 0,53—0,99 мг/дм³. Максимальні величини спостерігались у воді р. Рокач влітку, а мінімальні — у воді ставка навесні.

Відомо, що джерелом водного гумусу у міських водоймах і водотоках можуть бути деякі сполуки стічних вод, які трансформуються в автохтонні ГР, які близькі за складом і структурою до ґрунтових ГР [26]. Максимальну концентрацію ГР визначали влітку у воді р. Рокач і р. Ірпінь у місці впадіння р. Буча (23,7 і 23,3 мг/дм³ відповідно), а найнижчу — навесні у ставку (7,3 мг/дм³) (див. табл. 4). У річках Рокач і Буча вміст В і БПР

Таблиця 3
Величини ХСК_{Mn} і ХСК_{Cr} (мг О/дм³), ХСК_{Mn}/ХСК_{Cr} (%) та С_{орг} (мг/дм³) у воді річок та ставка в межах міст Бучі, Ірпеня і Гостомеля, 2022—2023 рр.

Станції	Показники	Осінь	Весна	Літо
1	ХСК _{Mn}	—	12,8	13,2
	ХСК _{Cr}	—	50,0	41,6
	С _{орг}	—	18,8	15,6
	ХСК _{Mn} /ХСК _{Cr}	—	25,6	31,7
2	ХСК _{Mn}	14,7	10,8	12,0
	ХСК _{Cr}	48,0	30,0	40,7
	С _{орг}	18,0	11,3	11,7
	ХСК _{Mn} /ХСК _{Cr}	30,6	36,0	29,5
3	ХСК _{Mn}	12,8	14,0	20,8
	ХСК _{Cr}	41,6	70,0	70,0
	С _{орг}	15,6	26,3	26,3
	ХСК _{Mn} /ХСК _{Cr}	30,8	20,0	29,7
4	ХСК _{Mn}	13,4	10,8	16,8
	ХСК _{Cr}	48,0	35,0	52,0
	С _{орг}	18,0	13,1	19,5
	ХСК _{Mn} /ХСК _{Cr}	27,9	30,8	32,3
5	ХСК _{Mn}	18,5	16,0	20,4
	ХСК _{Cr}	54,0	50,0	54,0
	С _{орг}	20,3	18,6	20,3
	ХСК _{Mn} /ХСК _{Cr}	34,2	32,0	37,8
6	ХСК _{Mn}	26,9	12,4	13,6
	ХСК _{Cr}	80,0	40,0	50,0
	С _{орг}	30,0	15,0	18,8
	ХСК _{Mn} /ХСК _{Cr}	33,6	31,0	27,2
7	ХСК _{Mn}	23,2	16,8	21,6
	ХСК _{Cr}	64,0	70,0	70,7
	С _{орг}	24,0	26,3	26,5
	ХСК _{Mn} /ХСК _{Cr}	36,2	24,0	30,5
8	ХСК _{Mn}	14,1	9,2	12,0
	ХСК _{Cr}	38,4	25,0	37,8
	С _{орг}	14,4	9,4	14,2

Продовження табл. 3

Станції	Показники	Осінь	Весна	Літо
9	ХСК _{Мп} / ХСК _{Cr}	36,7	36,8	31,7
	ХСК _{Мп}	—	13,6	13,6
	ХСК _{Cr}	—	60,0	35,4
	C _{орг}	—	22,5	13,3
10	ХСК _{Мп} / ХСК _{Cr}	—	22,7	38,4
	ХСК _{Мп}	—	14,0	13,9
	ХСК _{Cr}	—	40,0	42,2
	C _{орг}	—	11,3	19,5
	ХСК _{Мп} / ХСК _{Cr}	—	35,0	33,3

Примітка. «—» — визначення не проводили.

Таблиця 4

Концентрація (мг/дм³) та масові частки (% від C_{орг}) окремих груп РОР у воді річок та ставка в межах міст Бучі, Гостомеля й Ірпеня, 2023р.

Станції	РОР	Весна		Літо	
		мг/дм ³	%C _{орг}	мг/дм ³	%C _{орг}
1	ГР	8,50	22,6	11,1	35,6
	В	4,76	12,7	4,43	14,2
	БПР	0,74	2,0	0,67	6,4
	Інші	—	62,7	—	43,8
2	ГР	10,30	45,6	17,3	56,5
	В	4,05	17,9	3,86	12,6
	БПР	0,65	2,9	0,87	2,8
	Інші	—	33,6	—	28,1
4	ГР	16,60	63,4	23,3	59,7
	В	3,52	13,4	5,91	15,2
	БПР	0,70	3,7	0,84	2,2
	Інші	—	19,7	—	22,9
7	ГР	13,30	25,3	23,7	44,7
	В	6,70	12,7	7,19	13,6
	БПР	0,92	1,7	0,99	1,9
	Інші	—	60,3	—	39,8
8	ГР	7,90	42,0	10,6	37,3
	В	3,19	17,0	3,38	11,9

Продовження табл. 4

Станції	РОР	Весна		Літо	
		мг/дм ³	%C _{орг}	мг/дм ³	%C _{орг}
10	БПР	0,53	2,8	0,68	2,4
	Інші	—	38,2	—	48,4
	ГР	14,90	49,6	14,5	46,2
	В	4,86	16,2	5,47	17,4
	БПР	0,78	2,6	0,86	2,7
	Інші	—	31,6	—	33,7

Примітка. Частку інших (не ідентифікованих) груп РОР розраховували за різницею між загальним вмістом РОР і вмістом ГР, В і БПР в перерахунку на C_{орг}, «—» — визначення не проводили.

знижувався вниз за течією. На жаль, війна перервала зусилля активістів-екологів, які були направлені на очищення і відновлення цих малих річок, в які прямо або через прориви труб потрапляють каналізаційні стоки.

Частка ГР у складі РОР була максимальна і становила 10,6—63,4 % (у середньому 44,0 % C_{орг}). Частка В досягала 11,9—35,6 % (у середньому 14,6 % C_{орг}), а відносний вміст БПР становив лише 1,7—6,4 % (у середньому 2,8 % C_{орг}) (див. табл. 4). Частка інших груп органічних сполук (не ідентифікованих) складала 19,7—62,7 % (у середньому 38,6 % C_{орг}). До складу інших груп РОР входять забруднювальні речовини різного походження. У воді р. Ірпінь частка цієї групи РОР була нижча, ніж в гирлах річок Буча і Рокач, що вказує на розбавлення забруднених вод більш чистою водою р. Ірпінь. Такий розподіл РОР узгоджується з літературними даними стосовно їхніх масових часток у воді поверхневих вод [4, 11].

Концентрація АСПАР у воді річок Буча і Ірпінь до урбанізованої території становила відповідно 0,088—0,097 і 0,107—0,126 мг/дм³, а в її межах зросла до 0,105—0,386 мг/дм³.

Метали. Досліджувані водні об'єкти в межах міст Бучі і Гостомеля знають забруднення сполуками металів. У деяких випадках спостерігаються високі концентрації феруму, мангану і хрому.

Концентрація лабільного і розчинного феруму у досліджуваних водних об'єктах знаходилась у межах відповідно 10—851 і 20—1612 мкг/дм³ (табл. 5). Найбільші концентрації Fe_{лаб} і Fe_{розч} виявлено на ст. 6 (р. Буча, вул. Вокзальна). На інших станціях відбору проб води вміст лабільного і розчинного феруму не перевищував відповідно 274 і 477 мкг/дм³. В річках Ірпінь і Буча вище за течією (відповідно ст. 2 і 1) концентрація Fe_{розч} була в декілька разів нижчою. Вміст розчинного алюмінію (Al_{розч}) знаходився у межах 15,4—52 мкг/дм³, а концентрація його лабільної фракції (Al_{лаб}) ста-

новила 5,6—28,6 мкг/дм³. Для Al_{розч} було характерним деяке зростання його вмісту в межах урбанізованої території — на 10—20 мкг/дм³. У незабруднених поверхневих водних об'єктах концентрація Al_{лаб} і Fe_{лаб} не повинна перевищувати відповідно 38 і 100 мкг/дм³, що відповідає III класу якості води. Перевищення вмісту Al_{лаб} у воді досліджуваних водних об'єктів не виявлено. Водночас, концентрація Fe_{лаб} істотно зростала в межах урбанізованої території (див. табл. 5 і рис. 2).

Концентрація розчинного мангану і хрому у досліджуваних водних об'єктах змінювалась відповідно в межах 26,8—2346 і 7,0—93,9 мкг/дм³. Максимальні концентрації розчинного мангану і хрому також спостерігались на ст. 6 (р. Буча, вул. Вокзальна). Водночас, концентрація розчинного мангану і хрому вище за течією річок Ірпінь і Буча була нижчою (табл. 6).

У досліджуваних водних об'єктах у межах урбанізованої території виявлено зростання концентрації лабільного мангану (Mn_{лаб}), зокрема у воді річок Буча і Рокач, тоді як у р. Ірпінь цього не спостерігалось (див. рис. 2 і табл. 6), що зумовлено кращим кисневим режимом у цій річці, ніж

Таблиця 5

Концентрація Al_{лаб}, Al_{розч} і Fe_{лаб}, Fe_{розч} у воді досліджуваних водних об'єктів у межах міст Бучі і Гостомеля, 2022—2023 рр. [6]

Станції	Al _{лаб}		Al _{розч} , мкг/дм ³	Fe _{лаб}		Fe _{розч} , мкг/дм ³
	мкг/дм ³	% Al _{розч}		мкг/дм ³	% Fe _{розч}	
1	8,0—19,3	43,2	24,2—31,4	85,6—113,3	85,4	103—130
	12,0			99,5		116,5
2	9,9—20,5	50,7	19,9—38,4	50—242	59,1	226—269
	15,2			146		247
3	6,8—22,4	41,7	31,7—38,6	103,2—164,6	59,5	162—288,2
	14,6			133,9		225,1
4	6,8—17,9	66,7	12,8—23,6	50—81,3	32,2	193,6—214
	12,4			65,7		203,8
5	6,8—25,5	42,1	37,9—42,0	165—210	61,7	192—414,4
	16,2			187		303,2
6	6,8—18,5	37,6	19,3—48,4	210—851	57,8	225—1612
	12,7			531		918
7	5,6—25,5	38,5	26,7—49,6	113—274	43,2	418—477
	14,7			193,5		447,8
8	8,1—22,4	45,4	23,0—52,0	10—15	8,1	20—290
	15,3			12,5		155
9	13,0—23,2	63,1	24,5—32,3	20—45	21,1	98,9—210
	18,1			32		152
10	7,8—28,6	55,7	15,4—34,8	72,4—113,3	48,4	126—257
	13,2			93		192

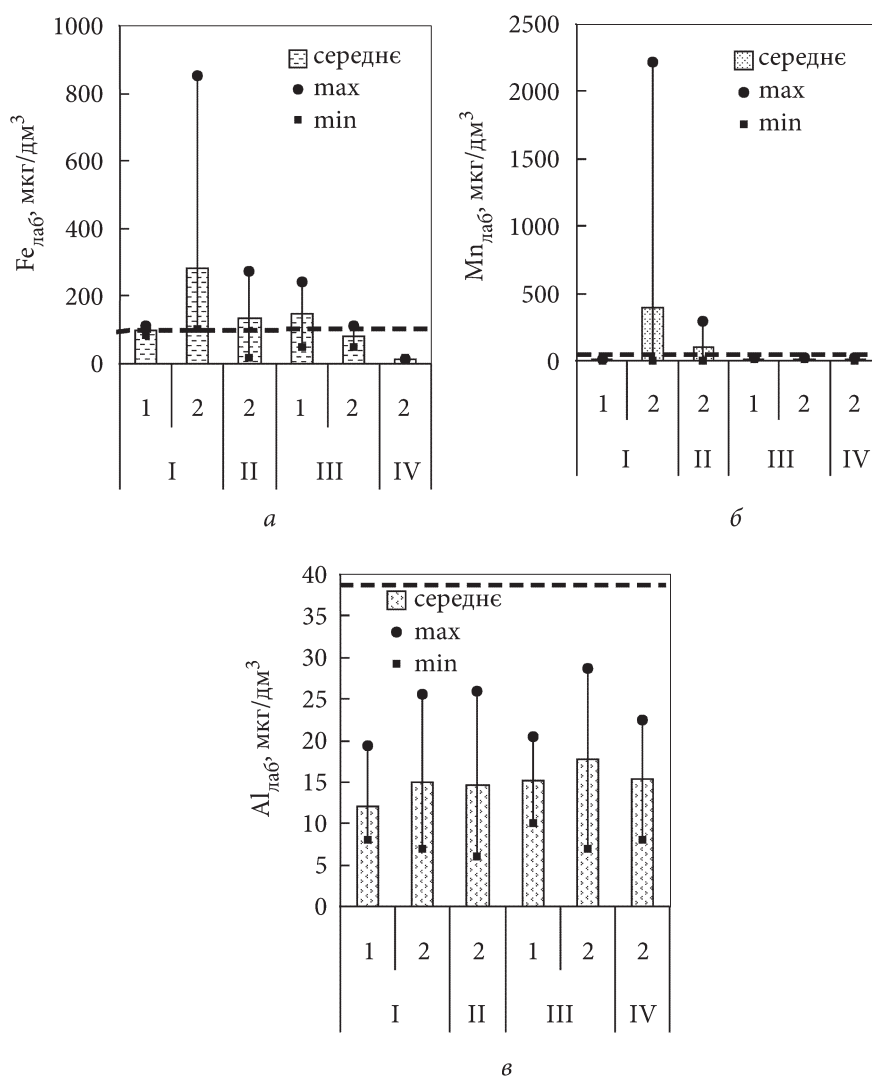


Рис. 2. Концентрація лабільної фракції феруму (а), мангану (б) і алюмінію (в) у воді річок Буча (I), Рокач (II), Ірпінь (III) і ставка (ст. 8, IV) протягом 2022—2023 рр.: 1 і 2 — відповідно вище і в межах урбанізованої території. Концентрацію металів, яка відповідає III класу якості води [9], позначено пунктирною лінією

у Бучі і Рокачі. За достатнього вмісту кисню Mn_{лаб} нестабільний і трансформується у завислу форму. З цієї причини концентрація Mn_{лаб} у воді р. Ірпінь не така висока, як очікувалось.

Істотного зростання концентрації розчинного хрому (Cr_{розч}) у воді р. Ірпінь нижче впадіння річок Буча і Рокач не виявлено, як і у випадку з ферумом, манганом і алюмінієм. Це свідчить про розбавлення забрудненої води зазначених річок та кращу самоочисну здатність р. Ірпінь.

Концентрація розчинного купруму (Cu_{розч}) у воді досліджуваних водних об'єктів знаходилась у межах 1,4—10,6 мкг/дм³ (табл. 6). Вони не за-

знають істотного забруднення цим металом. Однак, вода у досліджуваних водних об'єктах за вмістом купруму належала до II—III класу якості (числа—забруднена).

Частка $Al_{розч}$ у досліджуваних водних об'єктах змінювалась в межах 22,7—75,4 % (в середньому 45,0 %) його загального вмісту і зменшувалась в р. Ірпінь і р. Рокач. Це зумовлено збільшенням вмісту зависі мінерального походження, за рахунок чого зростає частка і вміст завислого алюмінію. Відносний вміст розчиненого феруму, мангану і хрому змінювався в межах 39,9—78,8 (в середньому 50,2 %), 75,7—99,6 (в середньому 90,6 %) і 54,5—92,0 % (в середньому 70,8 %) від загального вмісту цих металів. Отже, алюміній і ферум мігрують переважно у складі завислих речовин при зростанні вмісту мінеральної зависі, тоді як манган і хром — переважно у розчиненому стані. Останнє стосується також купруму.

Дослідження розподілу розчинної форми металів серед комплексних сполук з РОР різної хімічної природи у воді річок Бучі і Ірпеня показали зростання частки Al, Fe і Cu у складі комплексних сполук з РОР аніонної

Таблиця 6
Концентрація $Mn_{лаб}$ і $Mn_{розч}$, $Cr_{розч}$ і $Cu_{розч}$ у воді досліджуваних водних об'єктів у межах міст Бучі і Гостомеля, 2022—2023 рр. [6]

Станції	$Mn_{лаб}$		$Mn_{розч}$, мкг/дм ³	$Cr_{розч}$, мкг/дм ³	$Cu_{розч}$, мкг/дм ³
	мкг/дм ³	% $Mn_{розч}$			
1	5,5–7,0	14,2	34,2–55,0	7–12	4,2–7,3
	6,3		44,5	10,2	6,0
2	12,8–65,0	41,0	80,5–109	9,5–15	2,5–6,5
	38,9		94,8	12,7	4,3
3	8,9–15,0	8,4	123,4–161	12,3–20	1,7–4,7
	12,0		142,2	16,2	3,5
4	7–23,0	12,3	57,8–191,6	12,7–16,2	3,7–10,6
	15,4		124,7	14,3	7,3
5	75,1–102,0	48,3	154,6–212	13,3–25,6	1,4–6,5
	88,6		183,3	19,5	4,0
6	126–2215	92,5	160–2346	37,2–93,9	2,9–7,0
	1170		1265	65,2	5,1
7	246–289	94,3	263,2–303,0	15,4–19,7	1,4–7,0
	267		283	17,7	5,3
8	5,0–325	75,1	37,2–425	17,7–24,6	2,1–8,3
	178		237	21,2	4,9
9	2,5–47,2	30,8	26,8–135,3	13,6–16,6	2,9–9,0
	25		81,1	14,8	6,2
10	5,7–34,6	18,4	78,5–140,4	11,3–15,8	3,3–7,7
	20,2		109,5	13,6	5,3

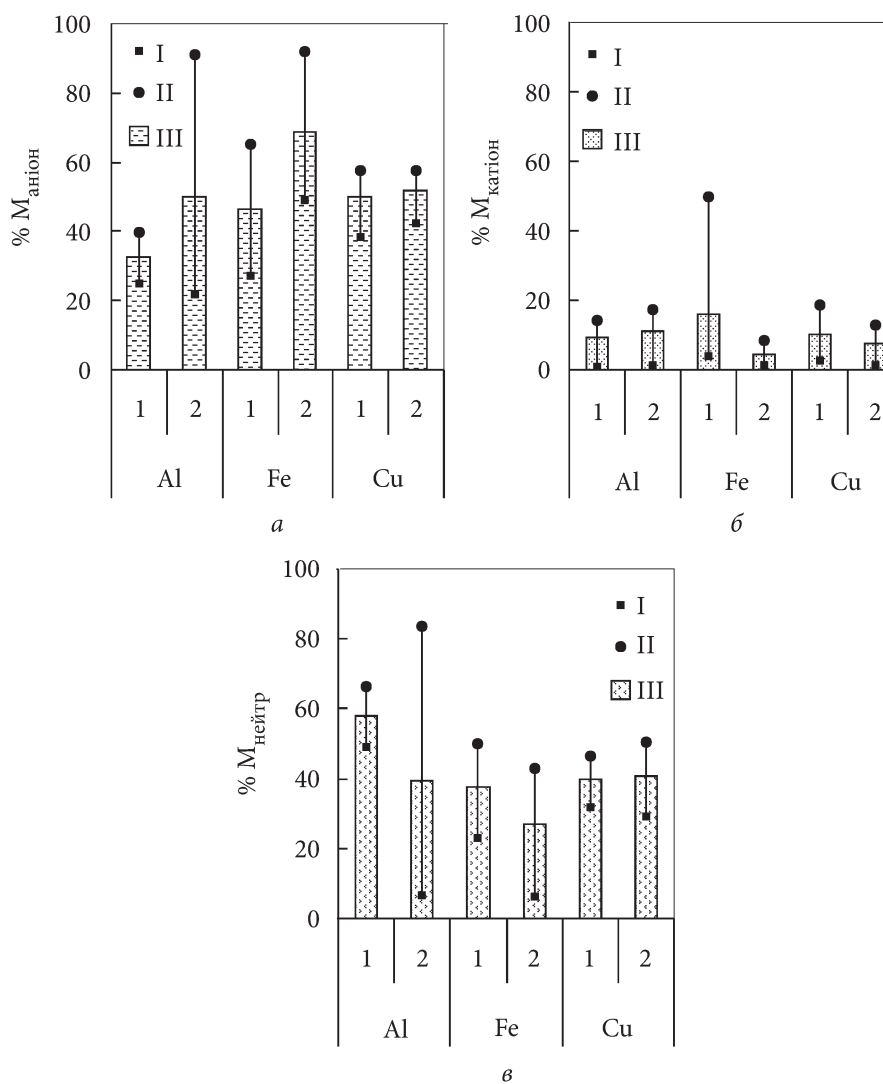


Рис. 3. Частка розчинних Al, Fe і Cu у складі комплексних сполук з РОР аніонної (а), катіонної (б) і нейтральної (в) груп у воді досліджуваних водних об'єктів поза межами (1) і в межах (2) урбанізованої території міст Бучі і Гостомеля протягом 2022—2023 рр. I, II і III — відповідно мінімальна, максимальна і середня величини

природи в межах урбанізованої території порівняно з їхньою часткою у воді поза згаданою територією. (рис. 3).

Частка Al, Fe і Cu у складі комплексних сполук з РОР аніонної природи, тобто з ГР, поза межами урбанізованої території міст Бучі і Гостомеля становила в середньому 32,8, 46,5 і 49,8 %, тоді як в межах урбанізованої території вона вже складала 49,8, 68,7 і 51,5 % від загальної концентрації металів у розчиненому стані (див. рис. 3). Водночас, частка Al, Fe і Cu у складі комплексних сполук з РОР нейтральної природи, тобто з вуглево-

дами, в межах урбанізованої території, окрім Cu , знижувалась і становила в середньому 39,2, 27,0 і 40,9 %, а поза її межами вона складала відповідно 58,0, 37,6 і 40,0 % (див. рис. 3). Зростання частки металів у складі комплексних сполук з РОР аніонної природи було зумовлене зростанням вмісту ГР на ділянках водних об'єктів, що знаходились в межах міст Бучі і Гостомеля (див. табл. 4). Таким чином ГР відіграють важливу роль у міграції досліджуваних металів у розчиненому стані в межах зазначеної урбанізованої території.

Отже, в межах міст Бучі і Гостомеля відбувається істотне забруднення водних об'єктів сполуками азоту і фосфору, РОР, АСПАР, манганом, ферумом і хромом, що характерно передусім для р. Бучі. За досліджуваними гідрохімічними показниками, якість води річок Бучі, Рокача і Ірпеня у межах урбанізованої території належить переважно до III—V класу якості (забруднена і дуже брудна), вище за течією у річках Буча і Ірпінь — до II—IV класу якості (чиста і брудна), а у ставку поблизу Гостомельської міської ради — до II—IV класу якості (чиста і брудна).

Висновки

Поверхневі водні об'єкти в межах урбанізованої території зазнають істотного антропогенного навантаження, особливо це стосується малих річок і водойм. Це призводить до зміни хімічного складу води, який стає менш придатним або зовсім не придатним для життєдіяльності більшості гідробіонтів. До таких уразливих водних об'єктів у межах міст Бучі, Ірпеня і Гостомеля належать річки Буча, Рокач та меншою мірою р. Ірпінь і досліджуваний ставок біля Гостомельської міської ради. Досліджувані водні об'єкти зазнають забруднення сполуками неорганічного азоту і фосфору, РОР, АСПАР, а також сполуками металів (манган, ферум і хром). У р. Буча відбуваються помітні коливання мінералізації води, які досягають 240 мг/дм^3 , тоді як в річках Ірпінь і Рокач вони становлять лише 73 і 70 мг/дм^3 . У річках Буча і Рокач відмічено постійний дефіцит розчиненого кисню, який зумовлений його витратами на окиснення забруднювальних речовин.

Встановлено, що у воді ділянок досліджуваних річок у межах урбанізованої території порівняно з ділянками вище за течією характерне зростання вмісту сполук азоту і фосфору, РОР, АСПАР, феруму, мангану і хрому. Збільшення концентрації деяких показників відбувається в рази. Особливу небезпеку становить забруднення біогенними речовинами, оскільки це сприяє підвищенню трофічного статусу водних об'єктів з відповідними негативними наслідками. Підвищений вміст у воді органічних сполук неминуче призводить до зниження концентрації розчиненого кисню та формування його дефіциту, а це негативно впливає на самоочисну здатність водного середовища та на стійкість водних систем до подальшого забруднення.

У межах урбанізованої території якість води річок Бучі, Рокача і Ірпеня належить переважно до III—V класу якості (забруднена і дуже брудна), тоді як вище за течією — до II—IV класу якості (чиста і брудна), а в ставку

поблизу Гостомельської міської ради — до II—IV класу якості (чиста і брудна).

Таким чином, досліджувані водні об'єкти, зокрема річки Буча і Рокач потребують розроблення плану заходів щодо покращення якості їхньої води. Для цього необхідне залучення не лише науковців, але й представників місцевої влади, оскільки ця нагальна проблема може бути вирішена лише спільними зусиллями.

Список використаної літератури

1. Аналітична хімія поверхневих вод / Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Київ : Наук. думка, 2007. 456 с.
2. Бок Р. Методы разложения в аналитической химии: пер. с англ. / под ред. А.И. Бусева и Н.В. Трофимова. Москва : Химия, 1984. 432 с.
3. Буча (річка). URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%87%D0%B0_\(%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%87%D0%B0_(%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0)) (дата звернення: 05.03.2024).
4. Горшкова О.М., Пацаева С.В., Федосеева Е.В. и др. Флуоресценция растворенного органического вещества природной воды. *Вода: химия и экология*, 2009. № 11. С. 31—37.
5. Дебейко Е.В., Рябов А.К., Набиванець Б.И. Прямое фотометрическое определение растворимых белков в природных водах. *Гидробиол. журн.* 1973. Т. 9, № 6. С. 109—113.
6. Жежеря Т.П., Жежеря В.А. Вплив урбанізованої території на гідрохімічний режим водних об'єктів м. Бучі і смт Гостомеля. Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем : матеріали VI наук.-практ. конф. молод. вч. (10—11 жовт. 2023 р., м. Київ). Київ, 2023. С. 26—29.
7. Зобкова М.В., Ефремова Т.А., Лозовик П.А., Сабылина А.В. Органическое вещество и его компоненты в поверхностных водах гумидной зоны. *Усп. совр. естествознания*. 2015. № 12. С. 115—120.
8. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / Арсан О.М., Давидов О.А., Дьяченко Т.М. та ін.; за ред. В.Д. Романенка. Київ : Логос, 2006. 408 с.
9. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк та ін. Київ : Символ-Т, 1998. 28 с.
10. Набиванець Б.И., Линник П.Н., Калабина Л.В. Кинетические методы анализа природных вод. Киев : Наук. думка, 1981. 140 с.
11. Новиков М.А., Харламова М.Н. Трансбиотические факторы в водной среде (обзор). *Журн. общ. биол.* 2000. Т. 61, № 1. С. 22—24.
12. Осадчий В.І., Осадча Н.М., Мостова Н.М. Вплив урбанізованих територій на хімічний склад поверхневих вод басейну Дніпра. *Наук. пр. УкрНДГМІ*. 2002. Вип. 250. С. 242—261.
13. Пат. 75995 Україна, МПК51 (2012.01) G 01 N 1/00 Модифікований батометр-склянка: винахідник Жежеря В.А., власник Інститут гідробіології НАН України. № u 2012 05246; заяв. 27.04.12; опубл. 25.12.12, Бюл. № 24. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ktvsh_2016_15%282%29__10
14. Рижинашвили А.Л. Показатели содержания органических веществ и компоненты карбонатной системы в природных водах в условиях интенсивного антропогенного воздействия. *Вестн. Санкт-Петербург. ун-та*. Сер. 4. 2008. Вып. 4. С. 90—101.
15. Річка Рокач. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%87> (дата звернення: 05.03.2024).
16. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А.Д. Семенова. Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. 542 с.

17. Савранский Л.И., Наджафова О.Ю. Спектрофотометрическое исследование комплексообразования Cu, Fe и Al с хромазуолом S в присутствии смеси катионного и неионогенного ПАВ. *Журн. аналит. химии*. 1992. Т. 47, № 9. С. 1613—1617.
18. Хендерсон-Селлерс Б, Маркленд Х.Р. Умирающие озера. Причины и контроль антропогенного эвтрофирования (перевод с англ. яз). Ленинград: Гидрометеороиздат, 1990. 280 с.
19. Хільчевський В.К. Ірпінь (річка). Велика українська енциклопедія. URL: [https://vue.gov.ua/Ірпінь_\(річка\)](https://vue.gov.ua/Ірпінь_(річка)) (дата звернення 03.03.2024).
20. Хільчевський В.К., Бойко О.В. Гідрохімічна характеристика малих річок м. Києва. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2000. Т. 1. С. 106—112.
21. Camargo J.A., Alonso A. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. *Environ. Intern.* 2006. Vol. 32. P. 831—849.
22. Fink G., Alcamo J., Flörke M., Reder K. Phosphorus loadings to the world's largest lakes: source and trends. *Glob. Biogeochem. Cycles*. 2018. Vol. 32. P. 617—632.
23. Linnik P.N. Complexation as the most important factor in the fate and transport of heavy metals in the Dnieper water bodies. *Anal. Bioanal. Chem.* 2003. Vol. 376. P. 405—412.
24. Linnik P.N., Leshchinskaya A.A., Nabivanets B.I. Methodology for investigating coexisting forms of chromium in natural waters. *Hydrobiol. J.* 1989. Vol. 25, N 2. P. 91—96.
25. Lowry O.H., Rosebrough N. J., Farr G.A., Randall R.I. Protein measurement with the Folin phenol reagents. *Biol. Chem.* 1951. Vol. 193, N 1—2. P. 265—268.
26. Manka J., Robhum M., Mandelbaum A., Bortinger A. Characterization of organics in secondary effluents. *Environ. Sci. and Technol.* 1974. Vol. 8 (12). P. 1017—1020.
27. Pearce A.R., Chambers L.G., Hasenmueller E.A. Characterizing nutrient distributions and fluxes in a eutrophic reservoir, Midwestern United States. *Sci. Total Environ.* 2017. Vol. 581—582. P. 589—600.
28. Sobczyński T. The effects of abiotic conditions on release of biogenic substances from bottom sediments. *Intern. J. Oceanogr. Hydrobiol.* 2009. Vol. 38, N 1. P. 45—53.

Надійшла 11.04.2024

T.P. Zhezherya, PhD (Geogr.), Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: tanyadyka@ukr.net

V.A. Zhezherya, PhD (Geogr.), Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: zhezheryava1981@gmail.com
ORCID 0000-0002-1128-5270

P.M. Linnik, Dr. Sci. (Chem.), Prof., Head of Department
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: peter-linnik@ukr.net
ORCID 0000-0002-2144-4052

V.P. Osipenko, PhD (Biol.), Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: vosypenko@ukr.net
ORCID 0009-0006-3100-4655

HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SMALL RIVERS AND RESERVOIRS WITHIN THE URBANIZED AREA

The article summarizes the results of research on the hydrochemical regime of the Bucha, Rokach, Irpin' rivers and the pond near the Hostomel settlement council during
ISSN 0375-8990. Гідробіологічний журнал. 2024. 60(5)

2022—2023. It was established that the studied water bodies are polluted by inorganic nitrogen and phosphorus compounds, dissolved organic substances (DOS) of anthropogenic origin, anionic synthetic surfactants, iron, manganese and chromium. The studied water bodies are mainly characterized by a dissolved oxygen deficiency during the year, and its concentration was in the wide range of 0—14.6 mg/dm³. The lowest concentrations of dissolved oxygen were observed in the Bucha and Rokach rivers. Water salinity in the Irpin', Bucha, and Rokach rivers varied between 393—466, 341—581, and 368—438 mg/dm³, respectively, and in the studied pond — 398—512 mg/dm³. The inorganic and total nitrogen and phosphorus content in the water of the studied rivers within the urbanized area was several times higher than upstream of these rivers. For example, their concentration within the urbanized area in Bucha River was 0.8—22.6 and 3.8—30 mg N/dm³ and 0.034—1.625 and 0.293—1.776 mg P/dm³, respectively. It was established that within the urbanized area the share of inorganic nitrogen and phosphorus compounds on average exceeded 50 and 40 % of their total content. The content of easily oxidizable DOS was 3.5—10.1 mg C_{org}/dm³, and the total content of DOS was 9.4—30 mg C_{org}/dm³. The Bucha River is the most polluted by DOS. Humic substances dominate among DOS, the share of which is 10.6—63.4 % (on average 44.0 % of C_{org}), and other DOS — 19.7—62.7 % (on average 38.6 % of C_{org}). The anionic synthetic surfactants content in the water of the studied rivers within the urbanized area reached 0.105—0.386 mg/dm³. The dissolved Al, Fe, Mn, and Cr concentration was 15.4—52, 20—1612, 26.8—2346, and 7.0—93.9 µg/dm³, reaching maximum values within the urbanized area. According to the studied indicators, the water belonged to the III-V quality class (polluted and very dirty).

Keywords: *urbanized area, water salinity, biogenic substances, dissolved organic substances, metals.*