

Клименко М. О., д.с.-г.н., професор, Мошинський В. С., д.с.-г.н., професор, Бедункова О. О., д.б.н., доцент, Статник І. І., к.с.-г.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, o.o.biedunkova@nuwm.edu.ua)

ВИБІР ІНДИКАТОРІВ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ ПРИП'ЯТЬ

Проведено аналіз багаторічних даних гідрохімічного моніторингу на різних ділянках р. Прип'ять, відносно гирлової частини русла. Визначено коливання концентрацій показників якості води та проведено їх порівняння з нормативними значеннями рибогосподарської категорії водокористування. Встановлено коефіцієнти внеску забруднення для кожного з дев'яти гідрохімічних показників. Оцінено рівень кореляційного зв'язку між їх концентраціями у воді річки. З'ясовано пріоритетність досліджуваних показників для ведення моніторингу якості поверхневих вод р. Прип'ять.

Ключові слова: гідрохімічні показники; якість води; система моніторингу.

Постановка проблеми. Ефективність управління водними ресурсами на будь-якому просторовому чи адміністративному рівні визначається надійністю інформаційної та аналітичної підтримки в процедурі прийняття відповідних рішень. Вирішальне значення для того, щоб суб'єкти, які приймають рішення, могли розуміти, інтерпретувати та використовувати цю інформацію задля захисту водних ресурсів має оцінка якості води за допомогою програм моніторингу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема моніторингу якості води широко висвітлюється в літературі від 1940-х років. Однак, досі не існує загальноприйнятої, цілісної та практичної стратегії підтримки всіх етапів моніторингу якості поверхневих вод. Більшість дослідників проблеми вважають, що причинами цього є відмінності в нормативних вимогах [1], стандартах якості води [2], географічні та геологічні відмінності [3], варіанти землекористування [4] та інші особливості в кожному окремому випадку. І хоча універсального рішення не існує, невід'ємною частиною системи управління якістю поверхневих вод, основою для вибору цілей та оптимальних стратегій керуючих впливів лишаються дані про хімічний склад води.

Протягом десятиліть науковці по всьому світу ведуть постійну дискусію, розробляючи найбільш оптимальний метод оцінки стану води та базовий перелік гідрохімічних показників для ведення моніторингу. Сформовані багаторічні бази даних гідрохімічних показників якості поверхневих вод [5], розроблені та апробовані безліч методів встановлення екологічного стану водойм [6], неспинно вдосконалюються інформаційні технології, що дозволяють аналізувати великі масиви даних [7]. Зміни в екологічному стані поверхневих вод відображуються різноманітними індексами, метриками та експертними підходами [8]. Розроблені та вступили в дію міжнародні моніторингові програми, визнані за основу управління водними ресурсами [9].

Але насправді, через можливу різницю між характеристиками забруднення водотоків на різних ділянках русла, головною рікою та її притоками, наявності зон із уповільненою течією, різного характеру антропогенного навантаження в басейні, особливостей природно-кліматичних зон, прийняття однотипової системи контролю призводить до повторного моніторингу показників, які не завжди належать до забруднювачів [10]. Зрештою, це призводить до зайвого використання людських ресурсів, матеріалів та фінансових втрат [11].

Досвід науковців свідчить, що запобігання подібних ситуацій можливе завдяки визначенню вкладу окремих гідрохімічних показників у загальний рівень забруднення водних об'єктів, що дозволяє обрати пріоритетні індикатори моніторингу та гарантує адаптованість управління водними ресурсами до особливостей конкретних водозборів або їх частин.

Мета і завдання дослідження. Метою наших досліджень було виявлення найбільш показових індикаторів моніторингу для різних ділянок р. Прип'ять, на основі багаторічної інформації про вміст хімічних показників у поверхневих водах річки.

При дослідженнях використовували базу даних спостережень за станом поверхневих вод Державного агентства водних ресурсів України, впродовж 2005–2021 рр., що становить перелік із дев'яти гідрохімічних показників.

Аналізували результати моніторингу поверхневих вод р. Прип'ять у межах п'яти створів спостережень: 1) на відстані 702 км від гирла – м. Ратне Волинська область; 2) на відстані 616 км від гирла – с. Люб'язь, Волинська область; 3) на відстані 570 км від гирла – с. Сенчиці, Рівненська область, кордон з Білоруссю; 4) на відстані 60 км від гирла, с. Довляди, Київська область, кордон з Білоруссю; 5) на відстані 26 км від гирла, м. Чорнобиль, Київська область.

Для виявлення частки певного гідрохімічного показника в фор-

муванні якості поверхневих вод р. Прип'ять ми скористались методикою встановлення коефіцієнту внеску забруднення [12]. Формула розрахунку коефіцієнта для окремого показника на певній ділянці водотоку має вигляд:

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_j} \cdot 100\% = \frac{P_{ij}}{\sum_{i=1}^n P_{ij}} \cdot 100\% , \quad (1)$$

при цьому:

$$P_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{i0}} , \quad (2)$$

а для розчиненого у воді кисню:

$$P_{ij} = \frac{C_{i0}}{C_{ij}} , \quad (3)$$

де K_j – доля забруднення i -го показника від загального об'єму забруднень на j -й ділянці водотоку; P_j – загальний показник забруднення води на j -й ділянці; P_{ij} – показник забруднення i -ї одиниці в j -й секції; C_{ij} – середнє значення i -го показника в j -й секції; C_{i0} – нормативне значення i -го показника; n – кількість показників, які були використані в розрахунках.

Для розрахунків коефіцієнту забруднення окремого показника, проводили визначення його середнього арифметичного значення за фактичними даними державного моніторингу якості поверхневих вод річок. За нормовані показники якості поверхневих вод приймали гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водних об'єктів рибогосподарського призначення [13].

Після розрахунку перевищення відповідної норми та встановлення коефіцієнта забруднення за кожним показником, індекси внеску забруднення групувались засобом кластерного аналізу з використанням методу Two-way joining (двовходове об'єднання). Показники якості поверхневих вод, індекси яких перевищували 6% приймалися за пріоритетні показники моніторингу. Для виявлення основних індикаторів моніторингу встановлювали коефіцієнти рангової кореляції гідрохімічних показників у межах кожного створу, з використанням міри непараметричного зв'язку – коефіцієнта кореляції Спірмена [14]. Всі результати опрацьовували відповідно базових принципів математичної статистики, за допомогою прикладної програми Statistica 8.0.

Виклад основного матеріалу дослідження. Статистичний аналіз багаторічних даних спостережень за якістю поверхневих вод р. Прип'ять дозволив оцінити рівні коливань та встановити середні значення гідрохімічних показників у створах спостережень.

Так, у створі № 1 значні коливання значень мали нітрат-іони, нітрит-іони та фосфат-іони, з відповідними коефіцієнтами варіації 86,92%; 83,23% та 66,39%. Помітними також виявились коливання значень для амоній-іону – 42,54%, сульфат-іону – 39,86%, хлорид-іону – 32,50%, БСК₅ – 29,19% та завислих речовин – 25,98% (табл. 1).

Перевищення нормативних значень гідрохімічних показників у першому створі відмічалось за середніми та максимальними значеннями для: амоній-іону, відповідно в 2,4 та 5,5 рази; БСК₅, відповідно 1,8 та 3,1 рази; фосфат-іону, відповідно в 1,6 та 3,8 разів. За мінімальними значеннями було помічено перевищення нормативів в 2,1 рази за вмістом розчиненого у воді кисню.

Таблиця 1

Описова статистика даних про якість води р. Прип'ять на відстані 702 км від гирла, м. Ратне (2005–2021 рр.)

Показники	од. вим.	N	Mean	Min	Max	Coef.Var.	St.Error	p
Амоній-іони	мг/дм ³	53	0,92	0,31	2,13	42,54	0,05	0,00000
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	52	3,51	1,13	6,20	29,19	0,14	0,00000
Завислі речовини	мг/дм ³	53	10,79	6,00	18,00	25,98	0,39	0,00000
Кисень розчинений	мгО ₂ /дм ³	53	8,11	4,03	13,00	22,81	0,25	0,00000
Нітрат-іони	мг/дм ³	53	3,04	0,28	11,30	86,92	0,36	0,00000
Нітрит-іони	мг/дм ³	53	0,06	0,00	0,26	83,23	0,01	0,00000
Сульфат-іони	мг/дм ³	53	43,63	10,37	86,30	39,86	2,39	0,00000
Фосфат-іони	мг/дм ³	52	0,31	0,06	0,75	66,39	0,03	0,00000
Хлорид-іони	мг/дм ³	53	14,36	3,47	29,50	32,50	0,64	0,00000

*Примітка: тут і далі: N – кількість одиниць статистичного ряду; Mean, Min, Max – відповідно середнє, мінімальне та максимальне значення в рядах спостережень; Coef. Var. – коефіцієнт варіації; St. Error – стандартна помилка; p – значення статистичної імовірності за коефіцієнтом Стьюдента.

У створі № 2 значні коливання значень теж мали нітрат-іони, нітрит-іони та фосфат-іони, з відповідними коефіцієнтами варіації 151,71%; 132,16% та 88,49%. За рештою гідрохімічних показників коефіцієнт варіації перевищував 25%, або майже сягав цього значення (за БСК₅), що також свідчило про помітні коливання їх концентрацій упродовж періоду спостережень (табл. 2).

Таблиця 2

Описова статистика даних про якість води р. Прип'ять на відстані 616 км від гирла, с. Люб'язь (2005–2021 рр.)

Показники	од. вим.	N	Mean	Min	Max	Coef.Var.	St.Error	p
Амоній-іони	мг/дм ³	35	0,91	0,27	1,68	37,35	0,06	0,00000

продовження табл. 1

БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	33	3,49	1,45	5,23	24,75	0,15	0,00000
Завислі речовини	мг/дм ³	35	12,00	7,00	20,00	33,94	0,69	0,00000
Кисень розчинений	мгО ₂ /дм ³	34	7,04	4,03	14,49	33,51	0,40	0,00000
Нітрат-іони	мг/дм ³	35	4,49	0,43	34,51	151,71	1,15	0,00043
Нітрит-іони	мг/дм ³	35	0,06	0,01	0,38	132,16	0,01	0,00008
Сульфат-іони	мг/дм ³	35	40,93	7,53	92,40	45,72	3,16	0,00000
Фосфат-іони	мг/дм ³	35	0,11	0,02	0,49	88,49	0,02	0,00000
Хлорид-іони	мг/дм ³	35	16,68	3,47	31,30	36,87	1,04	0,00000

Перевищення нормативних значень гідрохімічних показників у другому створі відмічалось за середніми та максимальними значеннями для: амоній-іону, відповідно в 2,3 та 4,3 рази; БСК₅, відповідно 1,7 та 2,6 рази; нітрит-іону, відповідно 3,0 та 19,0 рази. За мінімальними та середніми значеннями було помічено перевищення нормативів за вмістом розчиненого у воді кисню, відповідно в 2,1 та 1,2 рази.

У створі № 3 коливання значень були значними для фосфат-іону – 124,37%, нітрит-іону – 91,57%; амоній-іону – 66,81% та нітрат-іону – 61,81%. Концентрації розчиненого у воді кисню мали незначні коливання – 20,50%. За рештою гідрохімічних показників коефіцієнт варіації перевищував 25%, що свідчило про помітні коливання їх концентрацій упродовж періоду спостережень (табл. 3).

Таблица 3

Описова статистика даних про якість води р. Прип'ять на відстані 570 км від гирла, с. Сенциці, кордон з Білоруссю (2005–2021 рр.)

Показники	од. вим.	N	Mean	Min	Max	Coef.Var.	St.Error	p
Амоній-іони	мг/дм ³	47	0,55	0,03	1,58	66,81	0,05	0,00000
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	46	3,22	0,45	7,85	48,09	0,23	0,00000
Завислі речовини	мг/дм ³	47	5,46	0,00	16,80	55,79	0,44	0,00000
Кисень розчинений	мгО ₂ /дм ³	47	7,83	4,64	12,05	20,50	0,23	0,00000
Нітрат-іони	мг/дм ³	47	1,77	0,08	4,50	61,81	0,16	0,00000
Нітрит-іони	мг/дм ³	47	0,05	0,00	0,22	91,57	0,01	0,00000
Сульфат-іони	мг/дм ³	47	25,80	0,10	45,37	29,76	1,12	0,00000
Фосфат-іони	мг/дм ³	47	0,10	0,00	0,69	124,37	0,02	0,00000
Хлорид-іони	мг/дм ³	47	15,59	4,96	46,09	47,39	1,08	0,00000

Перевищення нормативних значень гідрохімічних показників у третьому створі також відмічалось за середніми та максимальними значеннями для: амоній-іону, відповідно в 1,4 та 4,1 рази; БСК₅, відповідно 1,6 та 3,9 рази; нітрит-іону, відповідно 2,5 та 11,0 рази. За мінімальними та середніми значеннями було помічено перевищення нормативів за вмістом розчиненого у воді кисню, відповідно в 1,8 та 1,1 рази.

У створі № 4 значними були коливання для значень нітрит-іону – 178,24%; амоній-іону – 115,01%; БСК₅ – 110,19%; нітрат-іону – 70,78% та фосфат-іону – 64,90%. Коливання концентрацій решти гідрохімічних показників було помітним і характеризувалось коефіцієнтом варіації більше 25% (табл. 4).

Перевищення нормативних значень гідрохімічних показників у четвертому створі відмічалось за середніми та максимальними значеннями для: амоній-іону, відповідно в 1,4 та 9,5 рази; БСК₅, відповідно 2,2 та 14,9 рази; нітрит-іону, відповідно 4,0 та 40,0 рази. За концентраціями вмісту розчиненого у воді кисню було помічено перевищення нормативів за мінімальними значеннями в 2,8 рази. Для сульфат-іону та фосфат-іону перевищення нормативів відмічалось за їх максимальними концентраціями, відповідно в 1,3 та 1,6 разів.

Таблиця 4

Описова статистика даних про якість води р. Прип'ять на відстані 60 км від гирла, с. Довляди, кордон з Білоруссю (2005–2021 рр.)

Показники	од. вим.	N	Mean	Min	Max	Coef.Var.	St. Error	p
Амоній-іони	мг/дм ³	32	0,55	0,11	3,72	115,01	0,11	0,00003
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	32	4,41	0,75	29,80	110,19	0,86	0,00001
Завислі речовини	мг/дм ³	32	10,90	4,60	30,80	49,22	0,95	0,00000
Кисень розчинений	мгО ₂ /дм ³	32	8,65	3,05	13,20	28,83	0,44	0,00000
Нітрат-іони	мг/дм ³	32	2,58	0,27	6,50	70,78	0,32	0,00000
Нітрит-іони	мг/дм ³	32	0,08	0,02	0,80	178,24	0,02	0,00339
Сульфат-іони	мг/дм ³	32	52,09	14,90	134,20	43,31	3,99	0,00000
Фосфат-іони	мг/дм ³	32	0,12	0,04	0,32	64,90	0,01	0,00000
Хлорид-іони	мг/дм ³	32	24,47	15,20	55,70	31,59	1,37	0,00000

У створі № 5 значними були коливання для значень БСК₅ – 177,51%; завислих речовин – 95,00%; нітрат-іону – 75,33%; нітрит-іону – 76,91%. Для хлорид-іону коливання концентрацій було незна-

чним – 21,78%, а для решти гідрохімічних показників – помітним, із коефіцієнтом варіації більше 25% (табл. 5).

Таблиця 5

Описова статистика даних про якість води р. Прип'ять на відстані 26 км від гирла, м. Чорнобиль (2005–2021 рр.)

Показники	од. вим.	N	Mean	Min	Max	Coef.Var.	St. Error	p
Амоній-іони	мг/дм ³	86	0,60	0,07	1,57	44,33	0,03	0,00000
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	81	3,20	0,80	52,00	177,51	0,63	0,00000
Завислі речовини	мг/дм ³	85	12,54	2,50	94,00	95,00	1,29	0,00000
Кисень розчинений	мгО ₂ /дм ³	90	8,43	1,21	13,20	28,10	0,25	0,00000
Нітрат-іони	мг/дм ³	85	2,12	0,14	6,50	75,33	0,17	0,00000
Нітрит-іони	мг/дм ³	85	0,04	0,00	0,22	76,91	0,00	0,00000
Сульфат-іони	мг/дм ³	85	36,66	10,90	82,10	37,20	1,48	0,00000
Фосфат-іони	мг/дм ³	85	0,16	0,04	0,48	58,11	0,01	0,00000
Хлорид-іони	мг/дм ³	85	19,50	11,60	32,30	21,78	0,46	0,00000

Перевищення нормативних значень гідрохімічних показників у п'ятому створі відмічалось за середніми та максимальними значеннями для: амоній-іону, відповідно в 1,5 та 4,0 рази; БСК₅, відповідно 1,6 та 26,0 рази; нітрит-іону, відповідно 2,0 та 11,0 рази. За концентраціями вмісту розчиненого у воді кисню було помічено перевищення нормативів за мінімальними значеннями в 7,0 разів. Для фосфат-іону перевищення нормативів відмічалось за їх максимальними концентраціями більше ніж у 2,4 рази.

За результатами проведених нами розрахунків, коефіцієнти внеску забруднення окремих гідрохімічних показників у поверхневих водах досліджуваної річки мали значення від 0,60 до 32,49. За собом кластерного аналізу отриманих результатів було проведено ранжування отриманих коефіцієнтів (рисунок).

Так, у межах усіх створів спостережень амоній-іони та показник БСК₅ мали найбільш високі значення коефіцієнту внеску забруднення, що знаходився в межах від 19,71% (за амоній-іоном у створі № 5) до 32,49% (за БСК₅ у створі № 4) виключення становив коефіцієнт амоній-іону у створі № 4 – 15,87%. Завислі речовини та сульфат-іон на всіх ділянках р. Прип'ять мали коефіцієнт внеску забруднення в межах від 5,11% (за завислими речовинами в створі № 3) до 10,71% (за завислими речовинами в створі № 5). Коефіцієнти за внеском за-

бруднення нітрит-іону, кисню розчиненого та фосфат-іону знаходились у межах 7,83–14,35%, за виключенням коефіцієнту фосфат-іону у межах створу № 1, який становив 19,46%. Найнижчими для усіх створів виявились коефіцієнти внеску забруднення за нітрат-іонами та хлорид-іонами, які коливались у межах від 0,6% (за хлорид-іоном у створі № 1) до 1,58% (за нітрат-іоном у створі № 2).

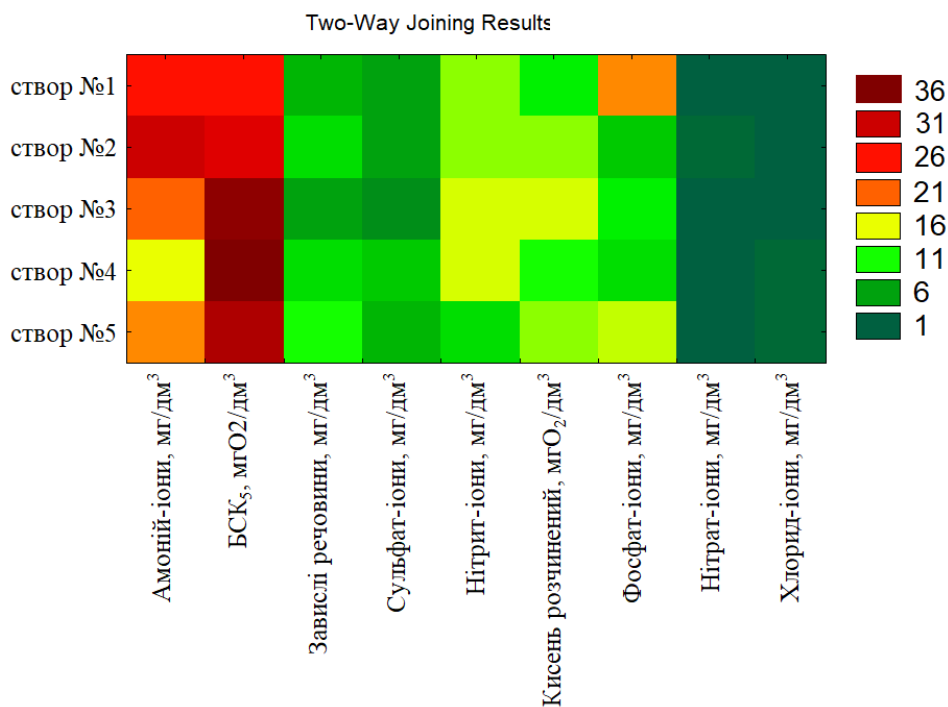


Рисунок. Розподіл коефіцієнту внеску забруднення гідрохімічних показників у створах спостережень р. Прип'ять

Кореляційний аналіз, що був проведений для розуміння взаємовпливу концентрацій різних гідрохімічних показників між собою, не виявив тісних зв'язків у жодному створі. Однак, враховуючи підтверджену статистичну значимість ($p \leq 0,05$) коефіцієнтів кореляції окремих пар показників, можна навести випадки, які характеризувались помірним кореляційним зв'язком ($r > 0,30 \leq 0,69$; $r > -0,30 \leq -0,69$).

Так, у створі № 1 р. Прип'ять (702 км від гирла) помірний кореляційний зв'язок, встановлений за коефіцієнтом Спірмена мав показник БСК₅ із завислими речовинами ($r = 0,44$) та нітрит-іонами ($r = 0,36$); кисень розчинений із завислими речовинами ($r = 0,32$) та нітрит-іонами ($r = 0,32$); нітрат-іони із хлорид-іонами ($r = 0,34$). У створі № 2 (616 км від гирла) такий зв'язок мали пари: амоній-іони і нітрат-

іони ($r=0,39$); кисень розчинений і фосфат іони ($r=0,46$). У створі № 3 (570 км від гирла) лише одна пара гідрохімічних показників мала зворотний помірний кореляційний зв'язок за коефіцієнтом Спірмена – амоній-іони та кисень розчинений ($r=-0,35$). У створі № 4 (60 км від гирла) помірний кореляційний зв'язок мали: фосфат-іони з амоній-іонами ($r=0,39$), з БСК₅ ($r=-0,49$), з киснем розчиненим ($r=-0,43$), з сульфат-іонами ($r=-0,60$) та з хлорид-іонами ($r=-0,36$); завислі речовини з нітрат-іонами ($r=-0,52$) та з нітрит-іонами ($r=-0,37$); нітрат-іони з нітрит-іонами ($r=0,40$). У створі № 5 (26 км від гирла) такий зв'язок мали пари: амоній-іони з БСК₅ ($r=-0,39$) та хлорид-іонами ($r=-0,34$); БСК₅ з фосфат-іонами ($r=-0,41$); кисень розчинений з нітрат-іонами ($r=0,33$); нітрат-іони з нітрит-іонами ($r=0,54$).

Відповідно до загальноприйнятих екологічних оцінок [15], гідрохімічні показники, що входять у програму державного моніторингу стану водних ресурсів та аналіз яких проводиться в даній роботі, входять до сольового (сульфат-іони, мг/дм³ і хлорид-іони, мг/дм³) та трофо-сапробіологічного блоків (амоній-іони, мг/дм³; БСК₅, мгО₂/дм³; завислі речовини, мг/дм³; кисень розчинений, мгО₂/дм³; нітрат-іони, мг/дм³; нітрит-іони, мг/дм³; фосфат-іони, мг/дм³). Безумовно, вклад кожного з цих показників у формування екологічного стану поверхневих вод достатньо суттєвий, а тому, говорити про недоцільність відстеження їх концентрацій у річковій воді вбачається неможливим. На нашу думку, оптимізація програми моніторингу може спиратись на перегляд періодичності визначення тих чи інших гідрохімічних показників, спираючись на статистичний аналіз багаторічних даних моніторингу та розрахунок коефіцієнтів їх внеску забруднення.

Висновки. Згідно отриманих нами результатів, до пріоритетних показників моніторингу якості поверхневих вод р. Прип'ять можуть бути віднесені амоній-іони, БСК₅, завислі речовини, сульфат-іони, нітрит-іони, кисень розчинений і фосфат-іони, тобто ті показники, для яких коефіцієнт внеску забруднення перевищував 6%. Враховуючи, що амоній-іони та БСК₅ мали найвищі значення коефіцієнтів (> 21%), а також формували численні статистично значимі взаємозв'язки з рештою гідрохімічних показників, саме вони можуть бути окреслені в якості основних індикаторів моніторингу. Нітрат-іони та хлорид-іони, безумовно мають лишатись у переліку показників моніторингу якості поверхневих вод р. Прип'ять, оскільки формують статистично значимі зворотні зв'язки з іншими гідрохімічними показниками, а отже, приймають участь у балансі речовин та формуванні екологічного стану річкової води. Однак, зважаючи на незначний внесок забруд-

нення (<6%), періодичність визначення цих двох показників може бути переглянута з метою оптимізації процедури моніторингу.

Таким чином, проведений нами критичний аналіз багаторічних даних (з використанням статистичних та розрахункових підходів) може бути розглянутий як логістичний інструмент при реалізації програм моніторингу поверхневих вод, щоб спланувати чи оптимізувати періодичність визначення гідрохімічних показників на різних водних об'єктах чи ділянках водотоків, спираючись на їх пріоритетність та індикативність. Зрештою, це сприятиме зручності вибору місць відбору проб та параметрів якості води і формуванню дієвих рішень при плануванні управлінської діяльності із захисту водних ресурсів у межах річкових басейнів.

1. Гримак О. Л. Екологічний моніторинг водних ресурсів Західного Бугу. *Екологія. Людина. Суспільство* : XVII Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих учених (21–23 травня 2014 р., м. Київ) : зб. тез доповідей, 2014. С. 142–143.
2. Клименко М. О., Вознюк Н. М., Вербецька К. Ю. Порівняльний аналіз нормативів якості поверхневих вод. *Наукові доповіді НУБіП*. 2012. № 8(30). URL: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_1/12kmo.pdf (дата звернення: 21.12.2021).
3. Беспалько Р. І., Романко Р. М. Проблеми та перспективи моніторингу земель, що зазнають негативного впливу екзогенних геологічних процесів. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2013. № 3 (63). С. 375–383.
4. Коваленко П. І. Актуальні проблеми використання водних ресурсів і меліорованих земель на сучасному етапі. *Меліорація і водне господарство*. 2011. № 99. С. 5–16.
5. Заборицька М. Р. Міждержавне співробітництво з моніторингу та управління водними ресурсами р. Західний Буг. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2011. № 2. С. 142–147.
6. World Resources Institute. Identify and evaluate water risks around the world. URL: <https://www.wri.org/aqueduct/> (дата звернення: 21.12.2021).
7. Fan J., Wang S., Li H., Yan Z., Zhang Y., Zheng X., Wang P. Modeling the ecological status response of rivers to multiple stressors using machine learning: A comparison of environmental DNA metabarcoding and morphological data. *Water Research*. 2020. Vol. 183. P. 116004.
8. Uddin Md. G., Nash S., Olbert A. I. A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. *Ecological Indicators*. 2021. Vol. 122. P. 107218.
9. Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council Directives. URL: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:348:0084:0097:EN:PDF> (дата звернення: 15.12.2021).
10. Fathi E., Zamani-Ahmadmahmoodi R., Zare-Bidaki R. Water quality evaluation using water quality index and multivariate methods, Beheshtabad River, Iran. *Applied Water Science*. 2018.

Vol. 8, no. 7. URL: <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0859-7> . **11.** Liao Y. H., Fan J., Chen S. X., Luo Y. P. The Existing Problems and Suggestions of Our Country's Surface Water Environment Quality Evaluation. *Safety and Environmental Engineering*. 2010. Vol. 17(3). P. 55–68. **12.** Liu Y., Zheng B. H., Fu Q., Wang L. J., Wang M. The Selection of Monitoring Indicators for River Water Quality Assessment. *Environmental Sciences*. 2011. Vol. 8. P. 129–139. **13.** Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовні допустимі рівні (ОДР) шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/v5793400-91> (дата звернення: 20.12.2021). **14.** Статистика : підручник / за наук. ред. С. С. Герасименка. 2-ге вид., перероб. і доп. К. : КНЕУ, 2000. 467 с. **15.** Методика экологической оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям / Романенко В. Д., Жукинский В. М., Окснюк О. П. и др. К. : СИМВОЛ–Т, 1998. 28 с.

REFERENCES:

1. Hrymak O. L. Ekolohichniy monitorynh vodnykh resursiv Zakhidnoho Buhu. *Ekolohiia. Liudyna. Suspilstvo* : XVII Mizhnarodna naukovopraktychna konferentsiia studentiv, aspirantiv i molodykh uchenykh (21–23 travnia 2014 r., m. Kyiv) : zb. tez dopovidei, 2014. S. 142–143. **2.** Klymenko M. O., Vozniuk N. M., Verbetska K. Yu. Porivnialnyi analiz normatyviv yakosti pove-rkhnevyykh vod. *Naukovi dopovidi NUBiP*. 2012. № 8(30). URL: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_1/12kmo.pdf (data zvernennia: 21.12.2021). **3.** Bepalko R. I., Romanko R. M. Problemy ta perspektyvy monitorynhu zemel, shcho zaznaiut nehatyvnoho vplyvu ekzohennykh heolohichnykh protsesiv. *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia. Ser. Silskohospodarski nauky*. 2013. № 3 (63). S. 375–383. **4.** Kovalenko P. I. Aktualni problemy vykorystannia vodnykh resursiv i meliorovanykh zemel na suchasnomu etapi. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo*. 2011. № 99. S. 5–16. **5.** Zabokrytska M. R. Mizhderzhavne spiv-robitnytstvo z monitorynhu ta upravlinnia vodnymy resursamy r. Zakhidnyi Buh. *Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia*. 2011. № 2. S. 142–147. **6.** World Resources Institute. Identify and evaluate water risks around the world. URL: <https://www.wri.org/aqueduct/> (data zvernennia: 21.12.2021). **7.** Fan J., Wang S., Li H., Yan Z., Zhang Y., Zheng X., Wang P. Modeling the ecological status response of rivers to multiple stressors using machine learning: A comparison of environmental DNA metabarcoding and morphological data. *Water Research*. 2020. Vol. 183. P. 116004. **8.** Uddin Md. G., Nash S., Olbert A. I. A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. *Ecological Indicators*. 2021. Vol. 122. P. 107218. **9.** Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending

and subsequently repealing Council Directives. URL: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:348:0084:0097:EN:PDF> (data zvernennia: 21.12.2021). **10.** Fathi E., Zamani-Ahmadm Mahmoodi R., Zare-Bidaki R. Water quality evaluation using water quality index and multivariate methods, Beheshtabad River, Iran. *Applied Water Science*. 2018. Vol. 8, no. 7. URL: <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0859-7> **11.** Liao Y. H., Fan J., Chen S. X., Luo Y. P. The Existing Problems and Suggestions of Our Country's Surface Water Environment Quality Evaluation. *Safety and Environmental Engineering*. 2010. Vol. 17(3). P. 55–68. **12.** Liu Y., Zheng B. H., Fu Q., Wang L. J., Wang M. The Selection of Monitoring Indicators for River Water Quality Assessment. *Environmental Sciences*. 2011. Vol. 8. P. 129–139. **13.** Hranychno dopustymi kontsentratsii (HDK) ta oriientovni dopustymi rivni (ODR) shkidlyvykh rehovyn u vodi vodnykh ob'ektiv hospodarsko-pytneho ta kulturno-pobutovoho vodokorystuvannia. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/v5793400-91> (data zvernennia: 20.12.2021). **14.** Statystyka : pidruchnyk / za nauk. red. S. S. Herasymenka. 2-he vyd., pererob. i dop. K. : KNEU, 2000. 467 s. **15.** Metodika ekologicheskoy otsenki kachestva poverhnostnykh vod po sootvetstvuyushchim kategoriyam / Romanenko V. D., Jukinskiy V. M., Oksiyuk O. P. i dr. K. : SIMVOL-T, 1998. 28 s.

**Klymenko M. O., Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Moshynskiy V. S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Biedunkova O. O., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor,
Statnyk I. I., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate
Professor** (National University of Water and Environmental Engineering,
Rivne)

SELECTION OF INDICATORS FOR MONITORING SURFACE WATER QUALITY OF PRIPYAT RIVER

It is known that the determination of the contribution of individual hydrochemical indicators to the general level of pollution of water objects allows to choose priority indicators of monitoring. This also ensures that the management of water resources is adapted to the specific characteristics of water bodies or their parts. The purpose of this article was to identify the most indicative monitoring indicators for different areas of Pripyat River, based on long-term information on chemical indicators in surface waters of the river. During the researches the database of observations on surface waters of the State Agency of Water Resources of Ukraine was used, during 2005–2021. It

was a list of nine hydrochemical indicators. We analysed five parts of the Pripjat River.

First, we determined the fluctuations of water quality indicators. Then we compared them with the normative values of the water-consumption category for fish breeding. This showed that the water of the river does not meet the quality standards by such parameters as ammonium-ion (with an over output from 1,4 to 9,5 times), biochemical consumption of oxygen in five days (with an over output from 1,6 to 26,0 times), phosphate-ion (with an over output from 1,6 to 3,8 times) and nitrites-ion (over 2,0 to 19,0 times). We have also established pollution contribution rates for all hydrochemical indicators. According to our results, the priority indicators of surface water quality monitoring of Pripjat River may be those for which the pollution contribution factor exceeded 6%: ammonium-ion, DCO_5 , suspended substances, sulphate-ion, nitrites-ion, oxygen dissolved and phosphate-ion. Given that the ammonium-ion and DCO_5 had the highest coefficient ($> 21\%$), as well as numerous statistically significant relationships with the rest of the hydrochemical indicators, they are recognized by us as the main indicators of monitoring.

We believe that the approach proposed by us will facilitate the convenience of choosing the places of sampling and parameters of water quality. As a result, it will form effective decisions when planning management activities to protect water resources within river basins.

Keywords: Hydrochemical indicators; water quality; monitoring system.