

**Ольга Ігорівна Шліхтер¹, Ірина Володимирівна Косогіна²,
Олексій Володимирович Косогін³**

¹магістр, кафедра фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Київ, Україна)
E-mail: shlikhter.olga@lil.kpi.ua ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5193-3756>

²кандидат технічних наук, доцент кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Київ, Україна)

E-mail: kosoginairyna@gmail.com ORCID: <https://0000-0002-9795-7110>
ResearcherID: I-3714-2018 SCOPUS Author ID: 56565578300

³кандидат технічних наук, доцент кафедри технології електрохімічних виробництв, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Київ, Україна)

E-mail: o.kosogin@kpi.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8379-9580>
ResearcherID: I-3040-2018. SCOPUS Author ID: 55463712800

МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ВОДИ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ВІЙНИ НА ЇЇ ЯКІСТЬ

Здійснено моніторинг якості води в Україні за трьома показниками: каламутність, вміст сполук заліза та марганцю. Проведено порівняльний аналіз зміни показників якості води в різних регіонах України в залежності від сезону та географічного розташування. Встановлено негативний вплив військових дій на якість води в різних точках водозабору шляхом порівняння результатів аналізів якості водопровідної води за каламутністю і вмістом солей заліза та марганцю зі статистичними даними щодо обстрілів території України, зібраними на основі відкритої інформації з різних джерел.

Ключові слова: моніторинг; якість води; каламутність; вміст сполук заліза; вміст сполук марганцю; водна криза.
Рис.: 4. Бібл.: 16.

Актуальність теми дослідження. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) та Організації Об'єднаних Націй (ООН) на даний час принаймні 80 країн відчувають дефіцит води, чотири мільярди людей (майже дві третини населення світу) мають гостру нестачу води щонайменше протягом одного місяця щороку. Понад два мільярди людей живуть у країнах, де водопостачання є недостатнім. Уже до 2025 року половина населення світу може проживати в районах, де відчуватиметься нестача води. Близько 700 мільйонів людей можуть бути змушені покинути свої домівки через гострий дефіцит води до 2030 року. До 2040 року приблизно кожна четверта дитина у світі житиме в районах з надзвичайно високим рівнем водного стресу [1].

Через таку тенденцію у 2015 році світові лідери погодили 17 Глобальних цілей, спрямованих на створення кращого світу до 2030 року шляхом подолання бідності, боротьби з нерівністю та вирішення нагальної проблеми зміни клімату [2,3], щоб забезпечити загальний та справедливий доступ до безпечної та недорогої питної води, що покращить становище із водною кризою у світі.

Постановка проблеми. Здійснення моніторингу якості води в Україні за певними показниками, а саме, каламутністю і вмістом сполук заліза та марганцю дозволить оцінити вплив військових дій на якість води в різних регіонах України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наразі можна виділити низку причин глобальної водної кризи [4]: зміна клімату, дефіцит водних ресурсів, зниження якості питної води та ін.

У країнах Африки та Азії за прогнозами ООН, кількість людей, які відчувають водний стрес уже понад 75 мільйонів, що пов'язано зі зменшенням середньої кількості опадів та зниженням загальної доступності води у великих річкових басейнах Центральної, Південної, Східної та Південно-Східної Азії. Також варто відмітити, що положення даних регіонів погіршується не тільки через стрімкі зміни клімату, але через

дефіцит (нестачу прісної води) та забрудненість більшості водних об'єктів цих регіонів [5].

Дефіцит води стає критичною проблемою для все більшої кількості країн. Тому зараз перед світом та Україною стоїть питання правильного та ефективного використання природних водних ресурсів із новітнім технологічним рішенням для прискорення прогресу в досягненні Цілей сталого розвитку [6].

На цей час можемо спостерігати таку тенденцію, що навіть у країнах з достатніми водними ресурсами спостерігається дефіцит води. Руйнування водної інфраструктури та систем розподілу внаслідок воєнних дій, забруднення та не ефективного управління водними ресурсами спричиняє екологічну катастрофу й ускладнює доступність отримання питної води.

Якщо говорити про Україну, то вона посідає 32-ге місце з 40 країн Європи за доступністю питної води і є однією з країн, яким загрожує дефіцит води [7]. Проблеми із застарілими водопровідними станціями та очисними спорудами, які не в змозі витримати поточні навантаження і не відповідають сучасним стандартам щодо підготовки води та очищення стічних вод, посилилися через руйнування та пошкодження водної інфраструктури, спричиненою повномасштабною війною в Україні.

Протягом останнього року воєнних дій на території України збитки в секторі водопостачання та водовідведення оцінюються приблизно у 7,5 млрд доларів [7]. У більшості випадків інфраструктура у зоні воєнного конфлікту зруйнована і не підлягає відновленню. Крім того, на деокупованих територіях зафіксовано забруднення річкових вод із перевищенням концентрації ртуті, міді, цинку та марганцю, а 75 % води, що надається споживачам, отримується з поверхневих джерел, таких як річки.

Руйнування Каховської ГЕС 6 червня 2023 року стало однією з найсерйозніших екологічних та гуманітарних катастроф у південних областях в історії країни. Каховське водосховище втратило 70 % свого обсягу, а негативний вплив охопив 600 тисяч гектарів землі [8; 9]. Фінансові втрати, спричинені цією катастрофою, оцінюються приблизно у 4 млрд доларів [8-10]. Руйнування гідротехнічних споруд призвело до відключення водопостачання та різкого погіршення місцевих екосистем, що є серйозним глобальним екологічним ризиком. Зменшення доступності питної води спричинило погіршення санітарних та екологічних умов в регіонах, які вже страждали від окупації та військового конфлікту. Унаслідок цього на цих територіях нагальною проблемою стало забруднення води водорозчинними компонентами, які містяться в боєприпасах, та неочищеними стічними водами [8; 11].

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Відсутність встановленого взаємозв'язку між підвищенням рівня забруднення поверхневих джерел, зокрема, через постійні ракетні обстріли території України країною-агресором, та якістю водопровідної води, що використовується населенням України в побуті, може призвести до невчасного прийняття рішень щодо адаптації технології водопідготовки для забезпечення населення безпечною питною водою.

Мета дослідження. Здійснити порівняльний аналіз зміни показників якості води в різних регіонах України залежно від сезону та географічного розташування в області інтенсивних обстрілів з боку країни-агресора.

Виклад основного матеріалу. Моніторинг якості питної води з різних джерел водопостачання (водопровід, свердловини, колодязі) по всій території України, де наразі це можливо, здійснено в межах проекту «Безпечна питна вода в Україні: доступ до інформації про якість води та методи водопідготовки» за фінансування Фінського Фонду Місцевого Співробітництва Посольства Фінляндії в Україні під керівництвом

громадської організації «Всеукраїнське водне товариство «Вотернет» (ГО «ВУВТ «Вотернет»).

Аналіз води здійснювався акредитованою Лабораторією іонного обміну та адсорбції хіміко-технологічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського (Свідоцтво № ПТ-191/23 від 29.05.2023 р., ДП «Укрметртестстандарт»), за індикаторними показниками, які є маркерами відповідності якості водопровідної води згідно норм ДСанПіН 2.2.4-171-10.

За результатами моніторингу ГО «ВУВТ «Вотернет» розроблена онлайн Карта якості води України, яка є зручним інструментом для візуалізації отриманих результатів [12]. У статті здійснено аналіз зміни якості води впродовж 2023-2024 рр. за трьома показниками якості води: каламутність і вміст солей заліза та марганцю.

Аналізуючи дані, отримані ГО «ВУВТ «Вотернет» до початку інтенсивних воєнних дій у 2021 році та через рік від початку повномасштабного вторгнення в Україну, можна помітити значне погіршення якості водопровідної води за низкою показників (табл. 1). Найбільше відхилення від норм ДСанПіН спостерігається за такими показниками, як каламутність, вміст заліза та марганцю.

Таблиця 1 – Відсоток нестандартних проб* води за показниками якості води від загальної кількості проб за певний період

Показник	Відсоток нестандартних проб води у 2021 році, %2021	Відсоток нестандартних проб води у 2021 році, %2023/2024	Різниця
Запах	4	14	10
Каламутність	20	48	28
Окиснюваність	28	29	1
Кольоровість	37	36	-1
Твердість	19	29	10
Солевміст	4	11	7
Залізо	23	32	9
Нітрати	2	1	-1
pH	0	3	3
Марганець	4	17	13
Хлориди	1	7	6

*Нестандартна проба води – це проба води, що не відповідає вимогам, встановленим у документі ДСанПіН «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

Якщо каламутність зумовлена насамперед вмістом нерозчинних речовин (пісок, глина, водорості, мул), то підвищений вміст заліза та марганцю може бути спричинений кількома факторами:

- розвитком корозійних процесів в трубопроводах, якими подається очищена вода до споживача;
- нестачею реагентів на станціях водопідготовки, що спричинено ускладненням їхньої роботи в результаті активних обстрілів та частковим руйнуванням критичної інфраструктури;
- погіршення якості поверхневих та підземних вод, що є вихідним джерелом водозабору для отримання питної води, внаслідок потрапляння залишків боєприпасів і продуктів їх згоряння, та продуктів корозії як великої кількості пошкодженої воєнної техніки, яка залишається на полях, так і зруйнованих металокопункцій.

З метою кращого розуміння впливу активності та/або локалізації воєнних дій на якість води в різних точках водозабору, було проведено порівняння результатів аналізів якості водопровідної води за такими показниками, як вміст заліза, мангану та каламутності, із статистичними даними щодо обстрілів території України, зібраними на

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

основі офіційної інформації та представленими у вигляді інтерактивної карти «Карта обстрілів України російськими військами» [13].

Статистична інформація, отримана ГО «ВУВТ «Вотернет» в межах моніторингу якості води в Україні, охоплює часовий період з початку 2023 року й узагальнювалась у середньому кожні 4 місяці року. На рис. рис. 1-4 наведено точки відбору проб (міста й населені пункти) та їх кількість на кожен визначений показник, при цьому колір точки відбору вказує на значення показника відносно нормативу ДСанПіН (зелений – нижче нормативу, червоний – вище). Також на рисунках наведено карти, де позначено населені пункти, які зазнавали обстрілів за відповідний період.

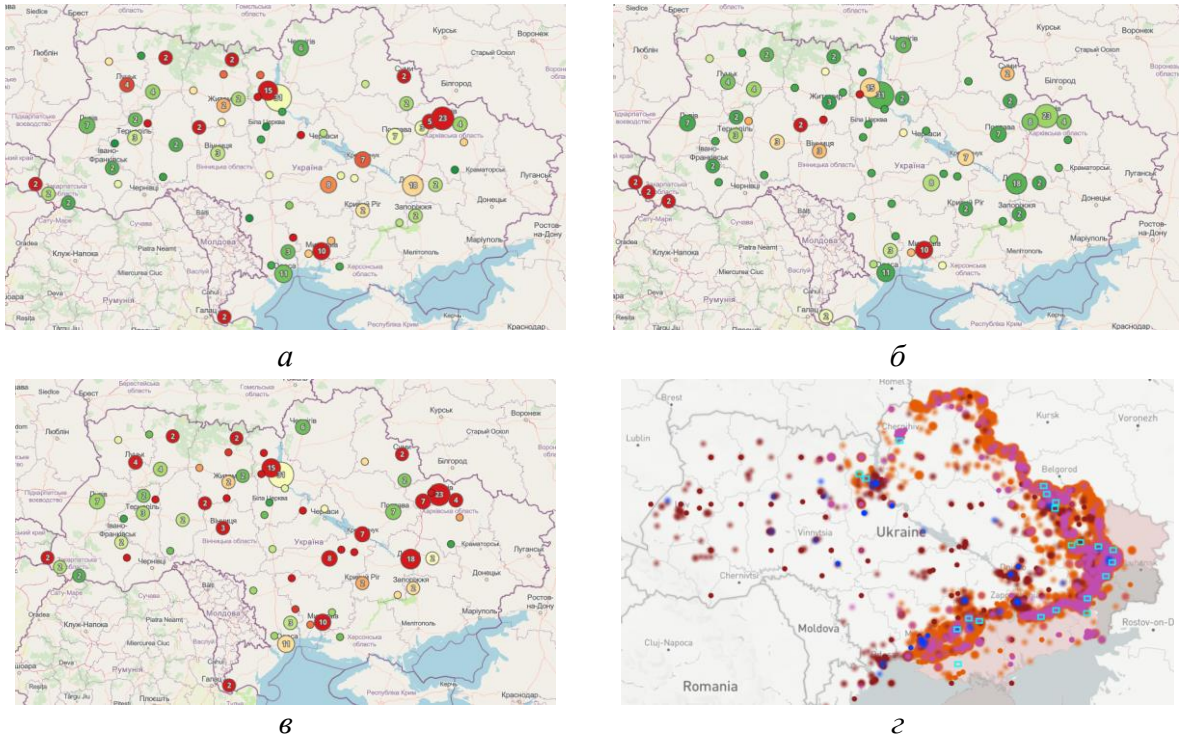


Рис. 1. Місця відбору проб для аналізу якості води та інтенсивність обстрілів населених пунктів України за період січень-квітень 2023:

а – точки відбору проб на вміст заліза (236 проб); б – точки відбору проб на вміст марганцю (236 проб); в – точки відбору проб на каламутність (236 проб); г) кількість обстрілів станом на 29.04.2023:

- ракетні обстріли; ● авіаційні обстріли; ● артилерійські обстріли; ● удари дронами

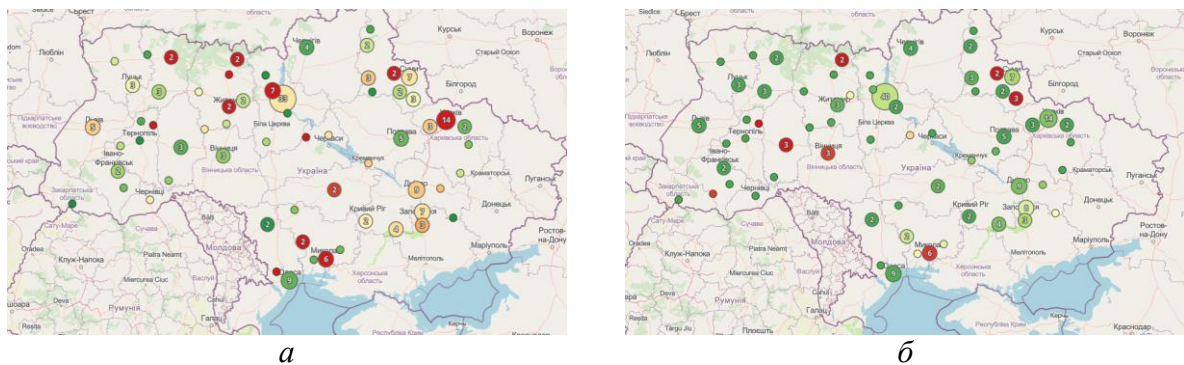


Рис. 2. Місця відбору проб для аналізу якості води та інтенсивність обстрілів населених пунктів України за період травень-серпень 2023:

а – точки відбору проб на вміст заліза (190 проб); б – точки відбору проб на вміст

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

марганцю (190 проб); в) точки відбору проб на каламутність (190 проб);
 2) кількість обстрілів станом на 29.08.2023:
 ● ракетні обстріли; ● авіаційні обстріли; ● артилерійські обстріли; ● удари дронами

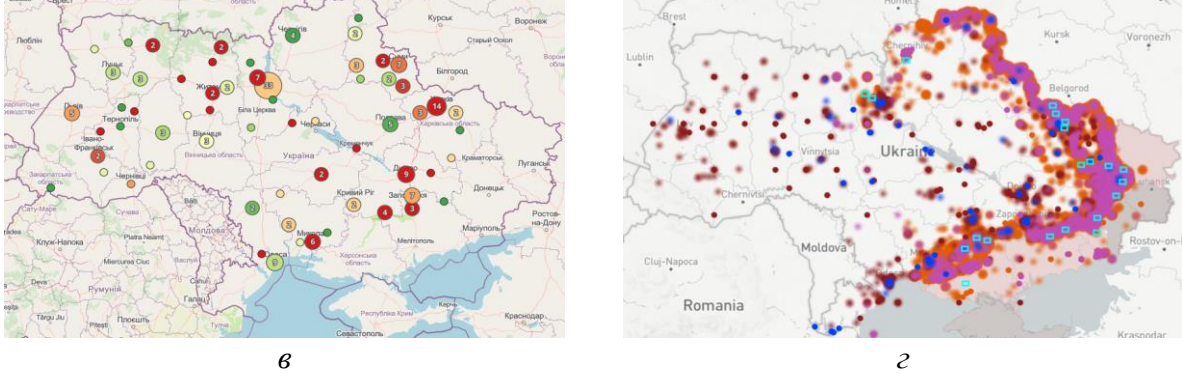


Рис. 2. Закінчення (початок на с. 237)

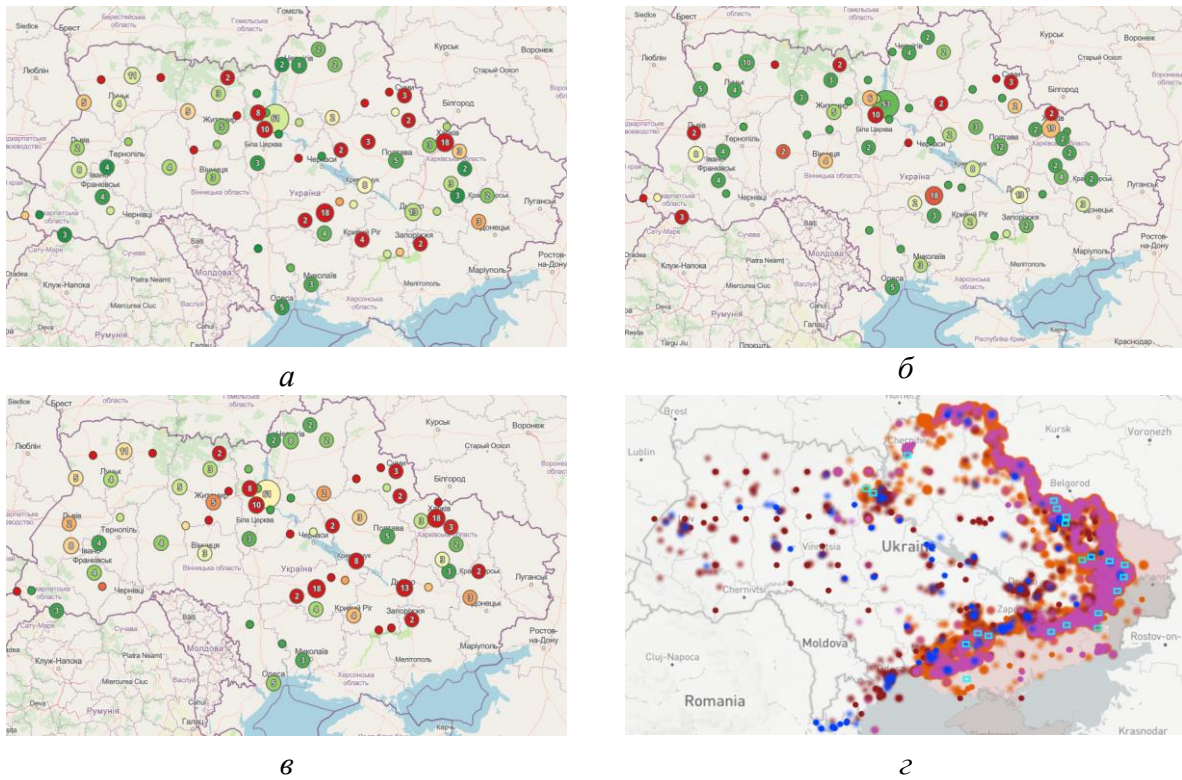


Рис. 3. Місця відбору проб для аналізу якості води та інтенсивність обстрілів населених пунктів України за період вересень-грудень 2023:
 а – точки відбору проб на вміст заліза (283 проби); б) точки відбору проб на вміст марганцю (283 проби); в) точки відбору проб на каламутність (283 проби);
 г) кількість обстрілів станом на 29.12.2023:
 ● ракетні обстріли; ● авіаційні обстріли; ● артилерійські обстріли; ● удари дронами

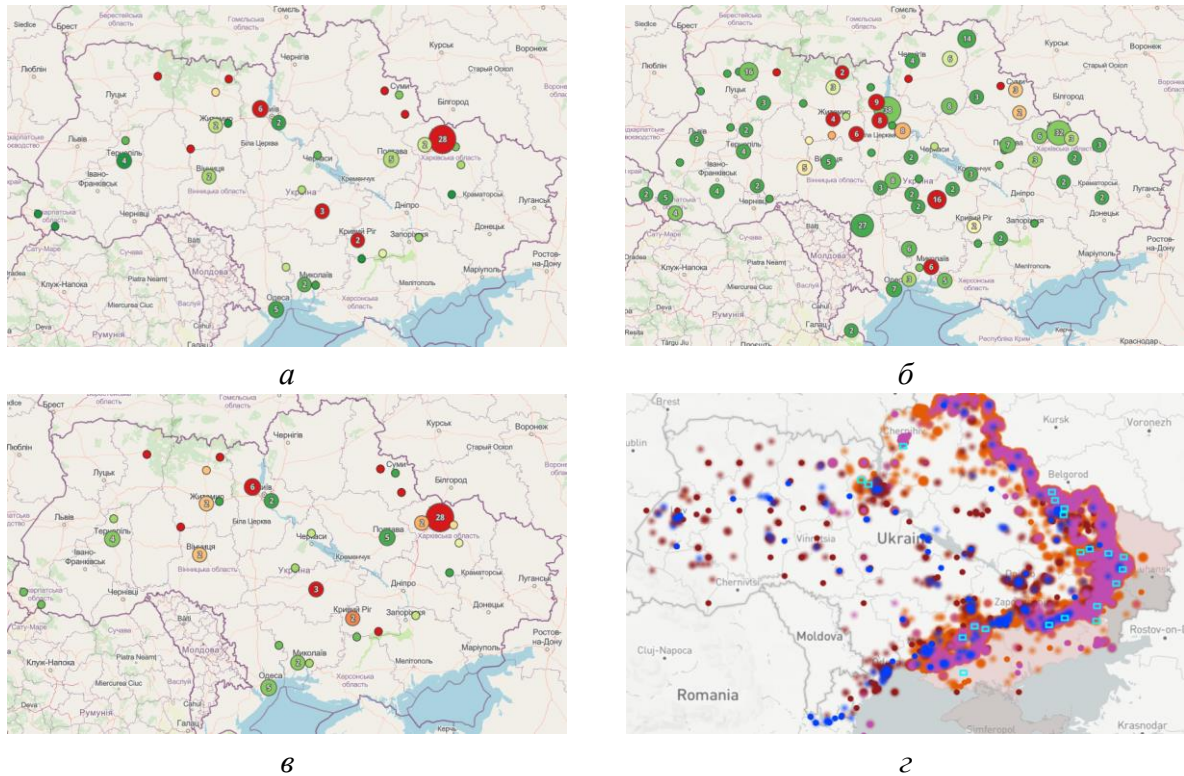


Рис. 4. Місця відбору проб для аналізу якості води та інтенсивність обстрілів населених пунктів України за період січень-квітень 2024: а – точки відбору проб на вміст заліза (84 проби); б – точки відбору проб на вміст марганцю (253 проби); в – точки відбору проб на каламутність (84 проби); г – кількість обстрілів станом на 30.04.2024:

- ракетні обстріли; ● авіаційні обстріли; ● артилерійські обстріли; ● удари дронами

Порівняння цих даних чітко демонструє збіг місць інтенсивних обстрілів (г на рис. 1-4) із подальшим погіршенням якості водопровідної води, що спричинено як частковим руйнуванням підприємств, що забезпечують підготовку питної води, так і збільшенням кількості забруднюючих агентів в результаті потрапляння залишків боєприпасів чи окремих компонентів літальних засобів в ґрунт з їх подальшим корозійним руйнуванням.

Також проведено точкове порівняння результатів аналізів (табл. 2-4) на каламутність вміст заліза та мангану з інформацією з відкритих джерел про наявність обстрілів по окремих регіонах, що розміщена на сайтах-агрегаторах статистичної інформації [13-16].

При цьому доцільно розділити усі регіони України на три умовні зони за інтенсивністю обстрілів – «прифронтова» зона, яка зазнає найбільших обстрілів (табл. 2); центральна зона (табл. 3) та західна зона (табл. 4).

Можна помітити, що в усіх «прифронтових» областях спостерігається суттєве перевищення вмісту заліза і мангану та висока каламутність (табл. 2), при цьому ці регіони найбільше потерпають від обстрілів, що негативно відбивається на якості очищеної води як в результаті погіршення якості природних вод, так і руйнування критичної водної інфраструктури.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Виключенням є достатньо висока якість води в населених пунктах Чернігівської області, що ймовірно пов'язано зі здійсненням водозабору з підземних джерел.

Таблиця 2 – Параметри якості води в «прифронтових» областях України

№	Область, населений пункт	Вміст заліза, мг/дм ³	Вміст мангану, мг/дм ³	Каламутність, мг/дм ³
Гігієнічні нормативи відповідно ДСанПін 2.2.4-171-10		0,2	0,05	0,58
1	Сумська	0,01 – 11,94	0,01 – 0,32	0,1 – 38,2
	Суми	0,08 до 11,94	0,13-0,18	0,8-12,4; 38,2
	Ромни	1,35	0,01	0,2-11,72
	Охтирка	0,01-0,16	0,13	0,1 -0,4
	Тростянець	0,01-0,88	0,32	1,4-3,4
	Улянівка	0,98-3,61	0,19 – 0,23	20,20
2	Чернігівська	0,02 – 2,68	0,01 – 0,17	0,1 – 25,69
	м. Чернігів	0,19	0,01 – 0,02	0,17-0,69
	Загребелля	0,45-2,68	0,03 -0,17	4,31-25,69
3	Харківська	0,02 – 16,0	0,01 – 0,38	0,1 – 74,5
	Бабаї	1,62-3,74	0,09-0,11	23,4
	Люботин	0,16-0,67	0,08	2,24-5,69
	Пересічне	2,2-3,76	0,02-0,12	до 21,9
	Харків	0,1-1,1	0,01-0,04	до 22,9
	Мерефа	0,38-16,0	0,16-0,38	до 74,5
4	Дніпропетровська	0,1 - 0,56	0,01 - 0,34	0,53 – 8,1
	Кривий Ріг	0,13-0,56	0,01 - 0,04	0,91-1,9
	Новомосковськ	0,1-0,27	0,07- 0,08	1,03-8,1
	Дніпро	0,1-0,33	0,01 – 0,34	0,6-5,34
	Павлоград	0,12-0,28	0,01 -0,02	0,69-3,10
5	Кіровоградська	0,01 – 7,74	0,01 – 0,04	0,1 – 9,14
	Кропивницький	0,13-2,74	0,12 - 1,43	1,38 - 9,14
6	Запорізька	0,01 – 0,58	0,01 – 0,24	0,4 – 3,62
	Кушугум	0,25 – 0,58	0,01 - 0,07	1,38-3,62
	Вільнянськ	0,09 – 0,25	0,01 – 0,24	0,69-3,10
7	Херсонська	0,01 – 0,04	0,01 – 0,04	0,2
8	Миколаївська	0,5 – 2,95	0,01 – 0,91	1,5-14,83
	Миколаїв	0,58 - 2,95	0,49-0,91	1,55 -14,83
9	Одеська	0,01 – 0,22	0,01-0,02	0,3 – 1,9

Відхилення від нормативів спостерігається і у деяких регіонах центральних областей (табл. 3), при цьому значне перевищення нормативів якості питної води може бути як спричинене масованими обстрілами певних населених пунктів (наприклад, Миргород, Кременчук, Калинівка, Плесецьке) та веденням бойових дій у певний проміжок часу безпосередньо у містах (Буча, Гостомель, Луб'янка), так і мати невстановлену природу погіршення якості води (Загребелля, Здвижівка, Народичі).

Таблиця 3 – Параметри якості води в центральних областях України

№	Область, населений пункт	Вміст заліза, мг/дм ³	Вміст мангану, мг/дм ³	Каламутність, мг/дм ³
1	2	3	4	5
Гігієнічні нормативи відповідно ДСанПін 2.2.4-171-10		0,2	0,05	0,58

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

1	Полтавська	0,01 – 1,2	0,01 – 0,37	0,1 – 17,3
	м. Миргород	0,11 – 0,93	0,02	0,34 - 3,19
	Світловодськ	1,2	0,11 - 0,37	17,3
	Полтава	0,02-0,32	0,01-0,02	0,1 – 0,2
	Кременчук	0,19-0,3	0,01-0,1	0,4 – 3,2

Закінчення табл. 3

1	2	3	4	5	
2	Київська	0,01 – 5,9	0,01 – 0,6	0,1 – 34,9	
	Буча	0,01 – 0,47	0,01 – 0,14	0,1 – 1,0	
	Луб'янка	0,93 – 1,38	0,01 – 0,6	3 - 7,2	
	Гостомель	1,18 – 2,25	0,02 – 0,12	5,9 - 14,2	
	Здвижівка	2,9 – 5,9	0,07-0,1	2,2 - 34,9	
	Калинівка	0,46-5,13	0,01 – 0,32	0,7 - 28,7	
	Данилівка	0,11-3,58	0,01 – 0,4	0,86-1,9	
	Плесецьке	-	0,02 -0,2	29,3	
	Ворзель	0,36	0,11 – 0,13	2,2	
	Бабинці	0,11-0,77	0,01-0,02	3,7	
	Ірпінь	0,03-0,1	0,01-0,04	0,2	
	3	Черкаська	0,5 - 2,19	0,01 – 0,12	0,3 – 13,2
		Мартинівка	0,5 - 2,19	0,05 – 0,12	2,8 – 13,2
4	Житомирська	2,8 – 4,27	0,01 – 1,1	0,3 – 40,52	
	Народичі	2,8 - 4,27	0,01-0,29	24,31-40,52	
	Житомир	0,08-0,44	0,01 – 0,04	0,52-5,17	
	Попельня	0,02	0,01 – 1,1	0,3	
	Бердичів		0,01 – 0,2		

У західних областях України переважаючим джерелом водозабору для подальшого отримання питної води є підземні води, які характеризуються високим вмістом заліза. Поєднуючи цей фактор із порівняно низькою інтенсивністю обстрілів в аналізованій період (з початку 2023 до 30.04.2024) можна припустити, що перевищення нормативів за аналізованими показниками (табл. 4) пов'язано зі зниженням якості вихідної води, недостатньою забезпеченістю підприємств з водопідготовки необхідними реагентами та збільшенням водоспоживання в цих регіонах через переміщення частини населення з тимчасово окупованих територій.

Таблиця 4 – Параметри якості води в західних областях України

№	Область, населений пункт	Вміст заліза, мг/дм ³	Вміст мангану, мг/дм ³	Каламутність, мг/дм ³
1	2	3	4	5
	Гігієнічні нормативи відповідно ДСанПін 2.2.4-171-10	0,2	0,05	0,58
1	Рівненська	0,01 – 4,76	0,01-0,3	0,2 – 24,0
	Сарни	0,31	0,1 – 0,3	0,5
	Чудель	0,16 - 4,76	0,01-0,3	2,1 - 24,0
2	Волинська	0,15 - 0,83	0,01 - 0,04	0,2 – 3,4
	Ковель	0,15-0,83	0,01-0,04	1,8
	Луцьк	0,13-0,44	0,01	3,4
3	Вінницька	0,01 – 0,2	0,01 – 0,18	0,1 - 0,9
4	Хмельницька	0,03 – 0,21	0,01 – 0,1	0,2 – 0,4
5	Тернопільська	0,58 - 1,93	0,01 – 0,21	0,1 - 10,1
	Ланівці	0,58 - 1,93	0,08 – 0,21	1,9 – 10,1
6	Львівська	0,01 – 1,06	0,01 – 0,3	0,1 – 3,6
	Жидачів	0,44 -0,49	0,01 – 0,3	2

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

	Муроване	0,18 -1,06	0,3	3,6
7	Чернівецька	0,22	0,01	0,9
8	Івано-Франківська	0,01 – 0,18	0,01	0,5 – 2,07
	Коломия	0,07 - 0,18	0,01	0,86 - 2,07
9	Закарпатська	0,01 - 7,10	0,01 – 4,1	2,4 – 37,0
	Чоп	0,27 – 7,10	0,33 – 0,74	2,4 – 37,0

Закінчення табл. 4

1	2	3	4	5
	Ужгород	0,01	0,01	0,17
	Берегово	0,23	0,57	1,03
	Вишково	0,01-0,06	3,92- 4,1	0,17-0,34

Висновки. Таким чином, проведений аналіз дозволяє зробити наступні висновки. Зміна якості води спостерігається в усіх регіонах України, при цьому найбільші зміни відбуваються в прифронтових та центральних регіонах як внаслідок систематичних обстрілів, що спричиняють руйнування критичної інфраструктури і потрапляння хімічних речовин та продуктів корозії металевого обладнання в поверхневі та ґрунтові води, так і через збільшення навантаження на діючі водопідготовчі станції в результаті зростання споживання води в зони внутрішнього переселення з тимчасово окупованих територій. Однак для отримання повної картини зміни якості води в Україні необхідно здійснювати постійний моніторинг її якості за більшою кількістю показників. Так, необхідно врахувати, що порівнюючи із початком повномасштабного вторгнення, дещо змінився і характер обстрілів – до ракетних та авіаційних ударів все більше додається кількість ударів із використанням беспілотних літальних апаратів, які обладнанні бортовими системами електроніки та енергоживлення. Після руйнування цих літальних апаратів компоненти систем можуть стати джерелом великої кількості забруднюючих речовин, таких як нікель, кадмій, цинк, тому доцільним є розширення спектру показників якості води, в тому числі із використанням дистанційних систем моніторингу, наприклад, хімічних чи фізичних сенсорів.

Подяка. Роботу виконано в рамках проекту прикладних наукових досліджень №2709п «Інноваційна технологія оперативного виявлення забруднювачів, що потрапляють у водні об'єкти внаслідок військових дій» за рахунок коштів Державного бюджету України.

Список використаних джерел

1. Water scarcity. UNICEF, for every child [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.unicef.org/wash/water-scarcity>.
2. 17 Цілей сталого розвитку [Electronic resource] / Global Compact.– Access mode: <https://globalcompact.org.ua/tsili-stijkogo-rozvytku>.
3. Everything about the Sustainable Development Goal 6: Clean water and sanitation : One Drop Foundation. One Drop [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.onedrop.org/en/news/everything-about-the-sustainable-development-goal-6-clean-water-and-sanitation>.
4. 10 causes of the global water crisis. Concern Worldwide [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.concern.net/news/global-water-crisis-causes>.
5. Special Thematic Report 1: Outlining the impacts of climate change on water and sanitation around the world January 2022 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.ohchr.org/sites/default/files/2022-01/climate-change-1-friendlyversion.pdf>.
6. Novel sources of water. UN environment programme [Electronic resource] – Access mode: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/shortages-mount-countries-hunt-novel-sources-water>.
7. UNEP supporting the green recovery in Ukraine [Electronic resource]. – Access mode: <https://ukraine.un.org/en/281772-unep-supporting-green-recovery-ukraine>.

8. Protection of water resources of Ukraine: from crisis to recovery. WAREG European Water Regulation [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.wareg.org/articles/protection-of-water-resources-of-ukraine-from-crisis-to-recovery>.

9. Офіційний ресурс Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ecozagroza.gov.ua/map?layer=air_pollution.

10. Яких екологічних наслідків зазнала Україна за час війни окрім збитків від підриву Каховської ГЕС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/yakih-ekologichnih-naslidkiv-zaznala-ukrayina-za-chas-viyini-okrim-zbitkiv-vid-pidrivu-kahovskoyi-ges>.

11. Вплив воєнних дій на якість повітря в Україні: доповідь Ірини Черниш на Комітеті Верховної Ради України з питань екологічної політики та природокористування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.savednipro.org/vpliv-voyennix-dij-na-yakist-povitrya-v-ukrayini>.

12. Безпечна питна вода в Україні: доступ до інформації про якість води та методи водопідготовки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://waternet.ua/water-map-fp>.

13. Під ударом. Що й коли обстрілювала Росія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://texty.org.ua/projects/107440/pid-udarom-sho-i-koly-obstrilyovala-rosiya>.

14. Карта Руйнувань та Відновлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://reukraine.shtab.net>.

15. Live Universal Awareness Map (“Liveuamap”) [Electronic resource] – Access mode: <https://liveuamap.com/uk>.

16. Deep State [Electronic resource] – Access mode: <https://deepstatemap.live/#6/48.8574870/35.2441406>.

References

1. Water scarcity. (n.d.). <https://www.unicef.org/wash/water-scarcity>.
2. Global Compact. (n.d.). 17 Tsilei staloho rozvytku [17 Sustainable Development Goals]. <https://globalcompact.org.ua/tsili-stijkogo-rozvytku>.
3. Everything about the Sustainable Development Goal 6: Clean water and sanitation. One Drop Foundation. One Drop. (n.d.). <https://www.onedrop.org/en/news/everything-about-the-sustainable-development-goal-6-clean-water-and-sanitation/>.
4. 10 causes of the global water crisis. Concern Worldwide. (n.d.). <https://www.concern.net/news/global-water-crisis-causes>.
5. Special Thematic Report 1: Outlining the impacts of climate change on water and sanitation around the world January 2022. (2022). <https://www.ohchr.org/sites/default/files/2022-01/climate-change-1-friendlyversion.pdf>.
6. Novel sources of water. UN environment programme. (n.d.). <https://www.unep.org/news-and-stories/story/shortages-mount-countries-hunt-novel-sources-water>.
7. UNEP supporting the green recovery in Ukraine. (n.d.). <https://ukraine.un.org/en/281772-unep-supporting-green-recovery-ukraine>
8. Protection of water resources of Ukraine: from crisis to recovery. WAREG European Water Regulation. (n.d.). <https://www.wareg.org/articles/protection-of-water-resources-of-ukraine-from-crisis-to-recovery>.
9. Ofitsynyi resurs Ministerstva zakhystu dovkillya ta pryrodnykh resursiv Ukrayiny [Official resource of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine]. https://ecozagroza.gov.ua/map?layer=air_pollution.
10. Yakych ekolohichnykh naslidkiv zaznala Ukraina za chas viiny okrim zbytkiv vid pidryvu Kakhovskoi HES(n.d.). <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/yakih-ekologichnih-naslidkiv-zaznala-ukrayina-za-chas-viiny-okrim-zbitkiv-vid-pidrivu-kahovskoyi-ges>.
11. Vplyv voiennykh dii na yakist povitrya v ukraini: dopovid Iryny Chernysh na Komiteti Verkhovnoi Rady Ukrainy z pytan ekolohichnoi polityky ta pryrodokorystuvannia. (n.d.). <https://www.savednipro.org/vpliv-voyennix-dij-na-yakist-povitrya-v-ukrayini>.
12. Bezpechna pytna voda v Ukraini: dostup do informatsii pro yakist vody ta metody vodopidhotovky. (n.d.). <https://waternet.ua/water-map-fp>.

13. Pid udarom. Shcho y koly obstriliuvava Rosiia. (n.d.). <https://texty.org.ua/projects/107440/pid-udarom-sho-i-koly-obstrilyuvava-rosiya/>.
14. Karta Ruinuvan ta Vidnovlennia. (n.d.). <https://reukraine.shtab.net/>.
15. Live Universal Awareness Map (“Liveuamap”). (n.d.). <https://liveuamap.com/uk>
16. Deep State. (n.d.). <https://deepstatemap.live/#6/48.8574870/35.2441406>

Отримано 08.12.2024

UDC 543.3

Olha Shlikhter¹, Iryna Kosogina², Oleksii Kosohin³

¹Master-student, Department of electrochemical production technology, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” (Kyiv, Ukraine)

E-mail: shlikhter.olga@ill.kpi.ua **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0004-5193-3756>

²PhD in Technical Sciences, Associated Professor of the Department of Inorganic Substances, Water Treatment and General Chemical Technology, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” (Kyiv, Ukraine)

E-mail: kosoginairyna@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9795-7110> **Researcher ID:** [I-3714-2018](https://orcid.org/0000-0001-8379-9580) **SCOPUS Author ID:** [56565578300](https://orcid.org/0000-0001-8379-9580)

³PhD in Technical Sciences, Associated Professor of the Department of electrochemical production technology National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” (Kyiv, Ukraine)

E-mail: o.kosogin@kpi.ua **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8379-9580>

Researcher ID: [I-3040-2018](https://orcid.org/0000-0001-8379-9580) **SCOPUS Author ID:** [55463712800](https://orcid.org/0000-0001-8379-9580)

MONITORING OF WATER QUALITY IN UKRAINE AND THE IMPACT OF THE WAR ON ITS QUALITY

Water quality in Ukraine has been monitored for the following indicators: turbidity, iron and manganese content, and deterioration of its quality. The correlation between the increase in the level of pollution of surface sources, in particular due to constant missile attacks on the territory of Ukraine by the aggressor country, and the quality of tap water used by the population of Ukraine in everyday life has been established.

A comparative analysis of changes in water quality indicators in different regions of Ukraine has been conducted depending on the season and geographical location. The comparison of data clearly demonstrates the coincidence of places of intensive shelling with further deterioration of tap water quality, which is caused by both partial destruction of plants that provide drinking water preparation, and an increase in the number of polluting agents as a result of the ingress of ammunition residues or individual components of aircraft into the soil with their subsequent corrosive destruction.

It was assumed that the increase in water turbidity in all regions of Ukraine is associated with an increase in the content of insoluble substances (sand, clay, algae, silt). The increased content of iron and manganese may be caused by the deterioration of the quality of surface and groundwater, which is the initial source of water intake for drinking water, due to the ingress of ammunition residues and their combustion products, and due to the ingress of corrosion products of a large number of damaged military equipment remaining in the fields.

To obtain a complete picture of changes in water quality in Ukraine, it is necessary to constantly monitor its quality using a larger number of indicators, considering the changes in the nature and intensity of shelling. It is advisable to use remote systems for monitoring the quality of water bodies, for example, chemical or physical sensors.

Keywords: monitoring; water quality; turbidity; content of iron compounds; content of manganese compounds; water crisis.

Fig.: 4. References: 16.