

АНАЛІЗ РИЗИКІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ПРОМИСЛОВИМИ СТОКАМИ НА ВОДНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ: ПОКАЗНИКИ ТА ПРЕВЕНТИВНІ ЗАХОДИ

Маркіна Л.М.¹, Ковач В.О.², Власенко О.В.¹, Зудіков А.О.³, Копаниця О.Б.¹

¹Державна екологічна Академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Липківського, 35, корп. 2, 03035, м. Київ

²Центр інформаційно-аналітичного та технічного забезпечення моніторингу
об'єктів атомної енергетики Національної академії наук України
пр. Академіка Палладіна, 34А, 03142, м. Київ

³Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
пр. Дмитра Яворницького, 19, 49005, м. Дніпро
olegvvvv@gmail.com

Аналіз стану водних ресурсів України засвідчив, що малі річки забруднені значніше, ніж великі. Це пояснюється їхньою малою водністю та недостатньою захищеністю від викидів. Найбільш забруднені – Південний Буг, ріки Донецької й Луганської областей, а також Чорноморське узбережжя півдня України. Окрім того, очищення річок знаходиться на досить низькому рівні. Наявні на сьогодні очисні споруди (навіть використовуючи біологічне очищення) вилучають лише 10–40 % неорганічних речовин (зокрема: 40 % азоту, 30 % фосфору, 20 % калію) та майже не вилучають солі важких металів. Така ситуація загострила проблему, істотно вплинула на якість водних об'єктів, часто непридатних не тільки з метою забезпечення населення питною водою, а й навіть для господарських цілей, що практично свідчить вже про досягнуту межу їх використання. Аналіз стану річок України показав, що зниження темпів водокористування, з огляду на нестабільну економічну ситуацію в країні, не призвело до підвищення рівня якості поверхневих вод – за деякими показниками спостерігається збільшення в них концентрацій забруднюючих речовин. Кількість біологічно активних хімічних елементів у організмах тварин і тканинах, що надходять з водою водойм, здебільшого залежать від місця їх мешкання. При вмісті важких металів (свинець, мідь, цинк, миш'як, ртуть, кадмій, хром, алюміній та ін.) у воді вище за допустимі норми спостерігається підвищення надходжень важких металів у раціони та відповідно погіршення якості споживаної води. У приміському господарстві при утриманні за наявності в раціоні важких металів – свинцю, нікелю та хрому у 2–7 разів вище ГДК, їх вміст у 1,25–2 рази вище допустимих норм, а за відсутності селену та надлишку заліза, марганцю та кадмію призводить до зниження титрованої кислотності. *Ключові слова:* екологічний моніторинг, програмний комплекс, інформаційно-вимірювальні системи, ризики водокористування, дефіцит та якість води, забруднення водного середовища, виснаження водних ресурсів.

Analysis of risks from industrial wastewater pollution on Ukraine's water resources: indicators and preventive measures.
Markina L., Kovach V., Vlasenko O., Zudikov A., Kopanytsia O.

The water situation in Ukraine shows that small rivers are more polluted than large ones. This can be explained by their low water content and insufficient protection from emissions. The most polluted in Ukraine are the Southern Bug, the rivers of Donetsk and Luhansk regions, and the Black Sea coast of southern Ukraine. In addition, the level of river purification is currently at a low level. The existing treatment facilities, even with biological purification, remove only 10–40% of inorganic substances (in particular: 40% nitrogen, 30% phosphorus, 20% potassium) and almost do not remove heavy metal salts. The situation has exacerbated the low quality of water bodies, often unsuitable not only for drinking purposes, but even for economic purposes, which indicates that the limit of their use has already been practically reached. An analysis of the state of Ukraine's rivers showed that the decrease in water use rates due to the unstable economic situation has not led to an increase in the quality of surface water, and according to some indicators, an increase in the concentrations of pollutants in them has been observed. The amount of biologically active chemical elements in animal organisms and tissues that enter through water bodies largely depends on their habitat. When the content of heavy metals (lead, copper, zinc, arsenic, mercury, cadmium, chromium, aluminum, etc.) in water exceeds the permissible norms, there is an increase in the intake of heavy metals in the diet and, accordingly, a deterioration in the quality of the water consumed. In suburban farms, when the content of heavy metals in the diet – lead, nickel and chromium – is 2–7 times higher than the maximum permissible concentration, their content is 1.25–2 times higher than the permissible norms, and due to a lack of selenium, an excess of iron, manganese and cadmium leads to a decrease in titrated acidity. *Key words:* environmental monitoring, software package, information and measurement systems, water use risks, water shortage and quality, water environment pollution, water resource depletion.

Постановка проблеми. Проблема деградації середовища значною мірою пов'язана з сільським господарством яке на сьогодні є найбільшим джерелом забруднення води, так, як неочищені стічні води з полів складають до 90% забруднення водойм. Навіть при зменшенні використання мінеральних добрив, гербіцидів та пестицидів у порівнянні з 1980-ми роками мінералізація зворотних вод стоку поливних вод залишається високим. Так, наприклад у середній та нижній течії Дністра ГДК нітратів перевищено удвічі, сульфатів – у чотири рази. Промислові стоки значно менші за обсягом, але вони

більш небезпечні та шкідливі за рівнем токсичності.

Промислове виробництво вважається основним забруднювачем води важкими металами, фенолами та нафтопродуктами. Найбільш проблематична ситуація в районах з високою концентрацією промислових підприємств, наприклад, у промислових зонах великих міст України (рис. 1). Неякісне очищення міських стічних вод зазвичай має місце у містах, але не поширена у сільській місцевості. Ризик послідовного збільшення дефіциту водних ресурсів належної якості неухильно зростає при продовженні використання великого зрошуваного землеробства з величезними потребами у воді, зміни демографічної ситуації, розвитку промислового виробництва та наслідків глобальних змін клімату. Саме тому виникає потреба створення надійної системи забезпечення якості водних ресурсів.

Актуальність дослідження. Ця стаття є актуальною, так, як дозволяє оцінити стан води, яка використовується в життєдіяльності людини за багатьма показниками, що допоможе усунути забруднення водойм промисловими стоками. За ступенем небезпеки забруднюючих речовин ГДК_{р.в.} поділяються на:

- особливо небезпечні (ГДК із вмістом забруднюючих речовин менш ніж 0,0001 мг/л), що передбачає відсутність шкідливої речовини у воді;
- небезпечні (токсичні, але стабільні), що лімітуються ГДК;
- токсичні;
- екологічні, що лімітуються за загальносанітарним нормами.

Військова агресія РФ проти України може призвести до руйнування реакторів, цілісності хвостосховищ та інших потенційно небезпечних об'єктів, що призведе до стихійного лиха (землетрусу або повені). Можливі аварії та викиди з цих об'єктів в результаті витоків або пилоутворення радіоактивних відходів і радону з відкритих хвостосховищ можуть завдати серйозної шкоди навколишньому середовищу та понад 24 млн осіб, які мешкають у басейні ріки Дніпро.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Необхідність ідентифікації проблем водокористування з метою прийняття управлінських рішень щодо пріоритетності реалізації природоохоронних заходів зумовило численні дослідження щодо створення інтегральних оцінок якості водних ресурсів [1–12]. Більшість з них характеризують ступінь зміни якісного стану водних об'єктів щодо їх фонового середовища. Аналіз світової практики водокористування [1, 3–5, 7, 13, 14] дозволив виділити ключові ризики та ранжирувати їх за рівнем пріоритетності. В основу ранжирування покладені вже існуючі проблеми, пов'язані з використанням водних ресурсів та несприятливими наслідками, спричинені водним фактором, з урахуванням їхнього територіального охоплення та виникнення соціальних та економічних проблем. Існуючі види ризиків об'єднані у три групи, залежно від причин, що впливають на можливість їх виникнення (табл. 1).

Перша група поєднує ризики, зумовлені безпосереднім антропогенним впливом на водні ресурси



Рис. 1. Карта річкових басейнів України

Таблиця 1

Ранжування ризиків за рівнем пріоритетності під час використання водних ресурсів та ризиків, обумовлених водним фактором

Ризик	Група	Територія, що піддається ризику	Пріоритетність
Погіршення якості водних ресурсів	I	Країни всього світу, де присутній промисловий, сільськогосподарський та комунально-побутовий вплив	Висока
Виснаження водних ресурсів	I	Азія (більшість країн), Північна Африка	Висока
		Північна Америка (більшість країн), Південна Америка, Австралія та держави Океанії	Низька
		Європа (більшість країн), Африка (крім Північного регіону)	Низька і середня
Порушення природного гідродинамічного режиму та прояв процесів підтоплення, затоплення та заболочування	I	Території розташування великих, дуже великих та найбільших водосховищ, території меліорованих сільськогосподарських земель	Висока
		Території близького залягання до поверхні рівня ґрунтових вод, розміщення малих, невеликих та середніх водосховищ, розробки родовищ корисних копалин, які супроводжуються зосередженим водозабором	Середня
Виникнення конфліктних ситуацій, пов'язаних із дефіцитом водних ресурсів	II	Південна та Південно-Східна Азія, Північна, Східна та Південна Африка	Висока
		Інша Азія, Північна та Південна Америка, Австралія, Європа, Африка (крім Східного та Південного регіонів)	Низька
Виникнення захворювань що передаються водним шляхом, через недостатню забезпеченість належними системами водопостачання та каналізації	II	Західна, Центральна та Східна Африка	Висока
		Північна та Південна Африка, Південна та Південно-Східна Азія, Центральна Америка та окремі країни Південної Америки	Середня
		Країни решти світу	Низька
Виникнення захворювань що передаються водним шляхом, через невідповідну нормативам природної якості води	III	Гідрохімічні провінції, підземні води яких збагачені одним або декількома нормованими компонентами небезпечними для здоров'я людини	Висока
Прояв повеней	III	Південна Азія, Східна Азія, Тихоокеанський регіон	Висока
		Європа, Азія Центральна, Латинська Америка, Карибський басейн, Тропічна Африка	Середня
		Близький Схід, Африка Північна, Австралія	Низька
Прояв процесів підтоплення, затоплення та заболочування, ерозії берегової лінії	III	Прибережні країни всього світу	Від низької до високою
Порушення стану водних ресурсів, обумовлене глобальними змінами клімату	III	Усі країни світу (пріоритетність ризику залежно від географічного розташування регіону)	Середня і висока

(або геологічне середовище), тобто пов'язані з їх експлуатацією чи забрудненням внаслідок різних видів господарської діяльності. Друга група передбачає ризики не пов'язані з безпосереднім антропогенним впливом на водні ресурси, а обумовлено інженерними, технічними, економічними та політичними конфліктами та проблемами. До третьої групи належать ризики не пов'язані з безпосереднім

антропогенним впливом на водні ресурси, а зумовлені природними явищами та факторами. При цьому існують ризики, поява яких може бути обумовлена як антропогенним впливом на геологічне середовище, так і природними явищами, що дає підставу відносити їх до кількох груп, або виділяти як самостійну.

Ключовими факторами, що зумовлюють ризик погіршення якості та виснаження водних ресурсів,

є: урбанізація та зростання чисельності населення, промислове та сільськогосподарське виробництво. Промислові, сільськогосподарські та комунально-побутові стічні води, тверді та рідкі відходи призводять до надходження у водні об'єкти токсичних металів (свинець, ртуть, хром, миш'як), нітратів, фосфатів та ін., які, з одного боку, виступають як забруднювачі довкілля та, з іншого, як потенційні джерела токсикологічного ризику. Побутові стоки містять фекалії та патогенні мікроорганізми (бактеріальне забруднення). Для більшості країн світу серйозною проблемою є утворення значних обсягів небезпечних для здоров'я людини та навколишнього середовища відходів. У тимчасовій динаміці немає тенденції суттєвого їх скорочення, а для більшості країн світу, навпаки, обсяги небезпечних відходів щорічно зростають.

Методологічне або загальнонаукове значення.

Для здійснення дослідження було використано такі методи: систематизація матеріалу, наукового узагальнення, порівняння. Вони дозволили виявити та усвідомити просторову диференціацію та різноманітність факторів, що надають вплив на стан водних ресурсів та водокористування у різних природних та соціально-економічних умовах; систематизувати та узагальнити ризики, що виникають під час використання водних ресурсів та обумовлені водним фактором.

Мета статті – проаналізувати ризики від забруднення промисловими стоками на водні ресурси України.

Виклад основного матеріалу. В межах території України виділяють дев'ять районів річкових басейнів – це Вісла (Західний Буг та Сан), Дунай, Дністер, Південний Буг, Дніпро, Дон, річки Причорномор'я, річки Приазов'я та річки Криму [12]. Хімічний статус визначається за вмістом пріоритетних забруднювальних речовин. Всього до переліків пріоритетних речовин на теперішній час віднесено 45 забруднювальних речовин (серед них важкі метали (кадмій, свинець, нікель, ртуть) та органічні речовини): 33 – згідно Директиви 2008/105/ЄС про екологічні стандарти у сферах водної політики та 15 – згідно Директиви 2013/39/ЄС, яка вносить зміни до ВРД та Директиви 2008/105/ЄС про пріоритетні речовини (табл. 2). Вони встановлені в таких Директивах: Директива щодо скиду ртуті (82/176/ЄЕС); Директива щодо скиду кадмію (83/513/ЄЕС); Директива щодо ртуті (84/156/ЄЕС); Директива щодо скидів гексахлороциклогексану (84/491/ЄЕС); та Директива щодо скидів небезпечних речовин (86/280/ЄЕС) [13].

Тоді, з урахуванням максимальних недіючих концентрацій [15–16], автори пропонують визначати ступінь ризиків шкідливого впливу забруднювальних хімічних речовин використовуючи відповідні показники (1) або рівень захворюваності за певними нозологічними групами, зміни максимальних недіючих концентрацій та кількість населення, яка постійно піддається шкідливому впливу (2)

$$\lambda = \frac{1}{lg MHK} \frac{1}{e^{\Delta C \beta}} ; \quad (1)$$

$$\gamma = \frac{T}{t_{50} T_1 lg MHK} \frac{\chi}{(1-\chi) e^{\Delta C \beta}} ; \quad (2)$$

де T – кількість населення, яке зазнало впливу речовин; T_1 – кількість населення, що мешкає на певній території, яка досліджується; t_{50} – час, за який може з'явитись перші ознаки захворювання; $lg MHK$ – логарифми максимальної недіючої концентрації впливу в компонентах довкілля; χ – рівень захворюваності за відповідною нозологічною групою за рік; ΔC – зміни рівня концентрацій окремих речовин; β – частка зазначених хімічних речовин у загальному об'ємі забруднення.

Запропонована математична модель була апробована на прогнозуванні ризику промислового забруднення води з визначенням концентрацій шкідливих хімічних речовин [17], що дозволило в деяких випадках отримати відповідні прогнозні моделі змін концентрацій (табл. 3).

Конвенція з транскордонних вод поширює та підтримує механізми адаптації практики управління водними ресурсами до зміни клімату та доповнюється Протоколом по проблемах води та здоров'я, який спільно обслуговується ЄЕК ООН та ЄБР ВООЗ [19]. Обидві згадані конвенції допомагають країнам досягти цілей у сфері сталого розвитку, зокрема реалізації рамкової програми щодо запобігання аварійному забрудненню води Дніпра і Дністра на 2015–2030 роки [20]. Варто зазначити, що рамкова програма сприяє розумінню ризиків, управлінню ними, готовності до реагування їх усередині країни, та й за її межами. Під егідою конвенцій у 1998 році було утворено Спільну групу експертів з проблем води та промислових аварій. Нею розроблено низку керівних документів, таких як Контрольний перелік ЄЕК ООН для планування дій у разі виникнення надзвичайних обставин ситуацій при аваріях, що торкаються транскордонних вод, та Керівні принципи ЄЕК ООН з безпеки та передової практики для хвостосховищ.

Збір даних щодо якості води в басейні Дністра здійснювався за період з 1998 по 2024 роки. Відповідні урядові установи трьох країн (України, Молдови, Румунії) визначили компетентних національних експертів – по два експерти на кожну прибережну країну: один з питань довкілля та водних ресурсів, другий з питань промислової безпеки. За участю експертів було вивчено систему забезпечення якості води, проведено інвентаризацію та аналіз потенційних джерел забруднення. Згідно з даними лабораторних досліджень, проведених в II кварталі 2023 року, поверхневі води річки Дністер, в основному, задовільної якості (табл. 4). Для аналізу змін стану вод по руслу річки виділено основні показники якості води – азот амонійний,

Пріоритетні речовини [13–14]

	CAS номери (1)	EU номери (2)	Назви пріоритетних речовин	Ідентифіковані як пріоритетні небезпечні речовини
(1)	15972-60-8	240-110-8	Алахлориди	
(2)	120-12-7	204-371-1	Антрацени	(x)*
(3)	1912-24-9	217-617-8	Антразини	(x)*
(4)	71-43-2	200-753-7	Бензоли	
(5)	Дані відсутній	Дані відсутній	Бромовані дифенілетари (**)	X****
(6)	7440-43-9	231-152-8	Кадмій та його сполуки	X
(7)	85535-84-8	287-476-5	C ₁₀₋₁₃ -хлоро алкани**	X
(8)	470-90-6	207-432-0	Хлорофенвінфоси	
(9)	2921-88-2	220-864-4	Хлорпіріфоси	(x)*
(10)	107-06-02	203-458-1	1,2-Дихлоретани	
(11)	75-09-2	200-838-9	Дихлорметани	
(12)	117-81-7	204-211-0	Ди(2-етилгідроксил)фталати	(x)*
(13)	330-54-1	206-354-4	Діурони	(x)*
(14)	115-29-7	204-079-4	Ендосульфани	(x)*
(15)	206-44-0	205-912-4	Флуорантрени (****)	
(16)	118-74-1	204-273-9	Гексахлорбензоли	X
(17)	87-68-3	201-765-5	Гексахлорбутадієни	X
(18)	608-73-1	210-158-9	Гексахлорциклогексани	X
(19)	34123-59-6	251-835-4	Ізопротурони	(x)*
(20)	7439-92-1	231-100-4	Свинець і його похідні сполуки	(x)*
(21)	7439-97-6	231-106-7	Ртуть і її похідні сполуки	X
(22)	91-20-3	202-049-5	Нафталіни	(x)*
(23)	7440-02-0	231-111-4	Нікель і його похідні сполуки	
(24)	25154-52-3	246-672-0	Ноніфеноли	X
(25)	1806-26-4	217-302-0	Октилфеноли	(x)*
(26)	608-93-5	210-172-5	Пентахлорбензоли	X
(27)	87-86-5	201-778-6	Пентахлорфеноли	(x)*
(28)	відсутній	відсутній	Поліароматичні вуглеводні	X
	50-32-8	200-028-5	(Безо(а)пірени)	
	205-99-2	205-911-9	(Бензо(б)флуорантени	
	191-24-2	205-883-8	(Бензо(g,h,i)перилени	
	207-08-9	205-916-6	(Бензо(k)флуорантен)	
	193-39-5	205-893-2	(Індено(1,2,3-cd)пірен)	
(29)	122-34-9	204-535-2	Симазини	(x)*
(30)	688-73-3	211-704-4	Трибутилолові сполуки	X
	36643-28-4	відсутній	(Трибутилоловий-катіон)	
(31)	12002-48-1	234-413-4	Трихлорбензоли	(x)*
	120-82-1	204-428-0	(1,2,4-Трихлорбензоли)	
(32)	67-66-3	200-663-8	Трихлорометани (хлороформ)	
(33)	1582-09-8	216-428-8	Трифлураліни	(x)*

(*) Для певної групи речовин до переліку включено їхніх типових індивідуальних представників як індикативні параметри.

(**) Ці групи речовин включають значну кількість індивідуальних сполук.

(***) Ця пріоритетна речовина підлягає перегляду для її ідентифікації як можливої «пріоритетної небезпечної речовини».

Термін, встановлений у Статті 16 Директиви 2000/60/ЕС для пропозицій Комісії щодо регулювання, від цього перегляду не зміниться.

(****) Лише пентабромобіфенілетери (CAS-номер 32534-81-9).

(*****) Флуорантени включено до переліку в ролі індикаторів інших, більш шкідливих, поліароматичних вуглеводнів.

1 CAS: Chemical Abstract Services – Хімічна реферативна служба.

2 EU – номер в EINECS (European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances – Європейський реєстр існуючих торгових хімічних речовин) або в ELINCS (European List of Notified Chemical Substances – Європейський перелік зареєстрованих хімічних речовин).

Таблиця 3

Ризик промислового забруднення, прогнозовані математичні залежності змін концентрацій у природних поверхневих водах [18]

Речовина	Математична залежність
Нафтопродукт	$y = -0,2468x^4 + 3,4372x^3 - 17,318x^2 + 37,348x - 29,2; R^2 = 1$
Іон міді (II)	$y = -0,0042x^4 + 0,0585x^3 - 0,2943x^2 + 0,642x - 0,572; R^2 = 1$
Розчинний амоній (NH_4^+)	$y = -0,0364x^4 + 0,5326x^3 - 2,8426x^2 + 6,4284x - 4,865; R^2 = 1$
Фосфати (PO_4^{3-})	$y = -0,0575x^3 + 0,6009x^2 - 2,1256x + 2,866; R^2 = 0,9793$
Загальне залізо (III)	$y = -67,875x^4 + 543895x^3 - 2E+09x^2 + 2E+12x - 1E+15; R^2 = 1$
Нітриди (NO_2^-)	$y = 11,258x^4 - 90216x^3 + 3E+08x^2 - 4E+11x + 2E+14; R^2 = 1$
Нітрати (NO_3^-)	$y = -1,9586x^4 + 15692x^3 - 5E+07x^2 + 6E+10x - 3E+13; R^2 = 1$
Феноли	$y = 8E+11x^4 + 5E+09x^3 - 2E+08x^2 + 954316x - 1448,4; R^2 = 0,9882$
о-, м-, п-толуоли	$y = 0,0039\ln(x) + 0,0129; R^2 = 0,9862$
Сірководень	$y = 4E+11x^{5,4768}; R^2 = 0,9998$
Оцтова кислота	$y = 7E+13x^{5,6142}; R^2 = 0,9982$
Іони марганцю (II)	$y = -0,0001x^4 + 0,0053x^3 - 0,0749x^2 + 0,2766x + 9,1603; R^2 = 1$
Аліфатичні спирти	$y = -6E-06x^5 + 0,0003x^4 - 0,0057x^3 + 0,0473x^2 - 0,1578x + 0,4671; R^2 = 1$
Амінокислоти	$y = -6E-06x^6 + 0,0005x^5 - 0,0156x^4 + 0,2311x^3 - 1,656x^2 + 5,1919x + 2,5613; R^2 = 0,9972$
Ароматичні сульфокислоти (СПАР)	$y = 9E-06x^6 - 0,0006x^5 + 0,0159x^4 - 0,2016x^3 + 1,2727x^2 - 3,5623x + 4,2467; R^2 = 0,9892$

Таблиця 4

Моніторинг водних ресурсів України на предмет промислових викидів [19]

№ з/п	Лабораторія	Кількість проб води за квартал		Кількість вимірювань Води	
		Фізико-хімічних показників	Радіологічних показників	Фізико-хімічних показників	Радіологічних показників
1	Лабораторія Львівського облводрес.	8	7	176	9
2	Івано-Франківська лабораторія моніторингу вод та ґрунтів	21	14	609	28
3	Тернопільська лабораторія моніторингу вод та ґрунтів	12	8		
4	Хмельницька лабораторія моніторингу вод та ґрунтів	4	4	120	*
5	Басейнова лабораторія моніторингу вод та ґрунтів БУВР річок Прут і Сірет	5	3	190	**
6	Новодністровська лабораторія моніторингу вод	12	5	372	10+6
7	Одеська гідрогеолого-меліоративна експедиція	13	1	389	***

ХСК, БСК5, фосфат-іони. Аналіз графічних матеріалів засвідчує, що найвищий вміст азоту амонійного і фосфат-іонів зафіксований у створі в с. Розвадів (1191 км) та в с. Журавно (1159 км) і в порівнянні з відповідним періодом минулого року ці значення зросли в 1,1–2,3 рази.

У вугільному машинобудуванні основними джерелами забруднення водного середовища є процеси, пов'язані з підготовкою та обробкою поверхні хіміч-

ними та електрохімічними методами: травлення та гальвано – технічними процесами. Травильні та гальванічні виділення утворюють до 60% виробничо-технічних стічних вод. Травлення – ефективний спосіб очищення поверхні металів від оксидів (окалин), сутність якого полягає в хімічному розчиненні оксидів у кислотах. На ремонтно-механічних заводах чи майстернях сильно забруднені стічні води утворюються після миття деталей. Використовуються для

оохолодження різних машин та механізмів (компресорів, теплообмінників та ін.) води мають в основному теплові забруднення та в невеликій кількості нафтопродуктів.

Показники, що характеризують органічне забруднення, найвищі в створах у с. Устечко (968 км) та на Дністровському водосховищі (783 км), де встановлений питний водозабір м. Кам'янець-Подільський. Так, показник БСК₅ в цих створах рівний 1,4 ГДЖ, а в створі на Дністровському водосховищі показник ХСК, в порівнянні з відповідним періодом минулого року, зріс в 1,2 раза. Отже, господарсько-побутові, промислові та сільськогосподарські стічні води можуть містити весь перелік природних і створених людиною хімічних елементів і речовин. На підприємствах вугільного машинобудування утворюються різні стічні води, які в тій чи іншій мірі забруднюють навколишнє середовище. Особливо небезпечні стічні води, що містять ціаніди та важкі метали, а також відпрацьовані технологічні розчини. Небезпечно їх потрапляння не лише у водоймища, а й у ґрунт. Оскільки стічні води призводять також до термічного забруднення природних вод і зменшення концентрації кисню, що знижує окисний потенціал води.

Висновки. Завдяки розвитку науково-технічного прогресу понад 40% випадків забруднень виникають у результаті промислових робіт. Антропогенний чинник чи не провідний у цій сфері. Але якщо говорити про нафту, то вона може забруднювати прісну воду не лише внаслідок людської діяльності, а й у місцях своїх покладів. Однак у більшості випадків це відбувається в результаті її видобутку, переробки та використання сировини в якості пального. Крім забруднення поверхні води, вона перекриває доступ кисню та світла, що призводить до загибелі риби та інших мешканців водойми. Щоденно ступінь чистоти прісної води погіршується через викиди токсинів. Вони з'являються у вигляді шару піни. Вона особливо помітна на порогах. Ці речовини вкрай негативно впливають на водне середовище, його флору та фауну. Варто зазначити, що сильними забруднювачами прісної води є важкі метали, а саме: Гідраргірум, Плюмбум (свинець), Купрум, Манган. Для навколишнього середовища та здоров'я людини найбільшу загрозу являють ртуть, кадмій, свинець та їх сполуки. Це ускладнює використання прісної води без попередньої підготовки навіть для побутових та промислових цілей

Література

1. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability / Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. – Cambridge University Press, Cambridge, UK. – 976 с.
2. Progress on drinking water and sanitation: 2012 Update. – UNICEF and WHO, 2012. – 66 p.
3. The United Nations World Water Development Report 4. – Режим доступа: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr4-2012/#c219661>
4. Water Quality for Ecosystem and Human Health, 2nd Edition. – The United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System (GEMS) / Water Programme. – 2008. – 120 с.
5. Технологія водопідготовки. Лабораторний практикум для студентів напряму підготовки «Хімічна технологія» усіх форм навчання. / Автори: Г.С. Столяренко, Т.В. Клименко. ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 95 с.
6. Сорокіна К.Б. Водопостачання та водовідведення: Конспект лекцій для студентів 1 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)» спеціальності «Водопостачання та водовідведення». – Харків: ХНАМГ, 2009. – 80 с.
7. Про Загальнодержавну цільову програму «Питна вода України»: Закон України від 20.10.2011 р. № 3933- VI. Відомості Верховної ради України. – 2005. № 15. – Ст. 243.
8. Директива 2000/60/ЄС Європейського парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23.10.2000 р.
9. Hansen, Wenke, Eleftheria Kampa, Christine Laskov and R. Andreas Kraemer (2002), Synthesis Report on the Identification and Designation of Heavily Modified Water Bodies (draft), Ecologic (Institute for International and European Environmental Policy), Berlin, 29th April 2002.
10. Owen, Roger, Willie Duncan and Peter Pollard (2002), Definition and Establishment of Reference Conditions, Scottish Environment Protection Agency, April 2002.
11. EEA Strategy 2014–2020. Multi-annual Work Programme. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 2014. 42 p. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/multiannual-work-programme-2014-2020>.
12. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу / В. В. Гребінь, В. Б. Мокін, В. А. Сташук, В. К. Хільчевський, М. В. Яцюк, О.В. Чунарьов, Є. М. Крижановський, В. С. Бабчук, О. Є. Ярошевич К.: Інтерпрес ЛТД, 2013. – 55 с.
13. WFD CIS Guidance Document No. 2 (Dec 2002). Identification of Water Bodies (Керівний Документ № 2 ССВ ВРД Ідентифікація Водних Тіл). Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, ISBN No. 92-894-5122-X, ISSN No. 1725-1087.
14. WFD CIS Guidance Document No. 9 (Dec 2002). Implementing the Geographical Information System Elements (GIS) of the Water Framework Directive (Керівний Документ № 9 ССВ ВРД Впровадження Географічної Інформаційної Системи (ГІС) Водної Рамкової Директиви). Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, ISBN No. 92- 94-5129-7, ISSN No. 1725-1087.

15. Строкаль В. П., Шевчук С. А. Загоплення та підтоплення територій : ризики для водної та продовольчої безпеки регіонального рівня. Екологічні науки. 2023. № 4(49). С. 159-170. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.4-49.21>.
16. Stokal V., Kurovska A., Stokal M. More river pollution from untreated urban waste due to the Russian-Ukrainian war: a perspective view. *Journal of Integrative Environmental Sciences*. 2023. Vol. 20, No. 1. P. 1-11. <https://doi.org/10.1080/1943815X.2023.2281920>.
17. Chu-Ketterer L.-J., Platten W.E., III Bolenbaugh S. and Haxton T. Resilience Analysis and Emergency Response Evaluation for Drinking Water Systems. *JAWWA*. 2023. 115. С. 32-42. <https://doi.org/10.1002/awwa.2107>
18. Дубовик І.В., Козловська Т.Ф. Математико-прогностична оцінка рівнів забруднення поверхневих природних вод як прикладна характеристика екологічного ризику. Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця, 2006. – № 5(68). – С. 75–77.
19. Identification of Tailings Sites and Review of Available Information and Initiatives on Issues Related to Tailings Management in the Countries of Eastern Europe, Caucasus and Central Asia (EECCA). OECD project report, 2021.
20. Офіційний вісник України, 2017 р., № 43, ст. 1342.