

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

Тема: Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями

Мета: оволодіти методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями

Теоретичні відомості

Екологічна оцінка якості вод – це віднесення води до певного класу, категорії згідно з екологічною класифікацією на підставі аналізу значень показників її складу і властивостей. Екологічна оцінка якості вод дає інформацію про воду як складову водної екосистеми, життєве середовище гідробіонтів, а також придатність її для конкретних цілей використання людиною.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод є основою для з'ясування тенденцій її змін в часі і просторі, визначення впливу антропогенного навантаження на екосистеми водних об'єктів, оцінки змін стану водних ресурсів, вирішення економічних і соціальних питань, пов'язаних із забезпеченням охорони довкілля, інформування громадськості. Вона є основою для оцінки впливу людської діяльності на навколишнє середовище (ОВНС), визначення певних водоохоронних регламентів і застережень (стосовно кожного водного об'єкта окремо), планування і здійснення водоохоронних заходів та оцінки їх ефективності.

Критеріальною базою екологічної оцінки є *екологічна класифікація* якості поверхневих вод, яка має здійснюватися за екосистемним принципом. Необхідна повнота і об'єктивність характеристики якості поверхневих вод досягається достатньо широким набором гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних та інших показників, які відображають особливості абіотичної і біотичної складових водних екосистем.

Екологічну класифікацію здійснюють за певними якісними ознаками об'єктів чи за їх числовими значеннями – *критеріями*. *Критерії якості води* – це показники її складу та властивостей у кількісному виразі у вигляді значення, якому відповідають певні *клас* та *категорія* – рівні якості води, установлені за інтервалами числових значень показників її складу і властивостей.

Комплекс показників екологічної класифікації якості поверхневих вод включає *загальні* та *специфічні* показники. *Загальні показники* – це показники *сольового складу* і *трофо- сапробності* вод, що характеризують звичайні властиві водних екосистем, концентрації яких можуть змінюватися під впливом господарської діяльності. *Специфічні показники* характеризують вміст у воді забруднюючих речовин *токсичної* і *радіаційної* дії.

Система екологічної класифікації якості поверхневих вод суші України включає три блоки показників:

- блок показників *сольового складу*;
- блок *трофо-сапробіологічних* (еколого-санітарних) показників;
- блок специфічних показників *токсичної* і *радіаційної* дії.

Оцінка сольового складу поверхневих вод передбачає наступне:

- визначення *мінералізації*, або *галинності* (від гр. *hals* – *сіль*) вод;

— визначення класу, групи і типу вод за *іонним складом* (співвідношенням основних іонів);

— *оцінку якості* прісних (гіпо- і олігогалинних) та солонуватих (β-мезогалинних) вод за вмістом компонентів сольового складу, що відображає ступінь їх антропогенного забруднення хлоридами, сульфатами та іншими іонами.

Класифікація якості поверхневих вод за критерієм *мінералізації* (табл. 9.1) має три класи і підпорядковані їм сім категорій якості води:

— клас *прісних* вод (I) з двома категоріями — гіпогалинних (1) і олігогалинних (2) вод;

— клас *солонуватих* вод (II) з трьома категоріями — β-мезогалинних (3), α-мезогалинних (4) і полігалинних (5) вод;

— клас *солоних* вод (III) з двома категоріями — еугалинних (6) і ультрагалинних (7) вод.

Таблиця 6.1

Класифікація якості поверхневих вод за критерієм мінералізації

Клас якості	Прісні води (I)		Солонуваті води (II)			Солоні води (III)	
Категорія якості вод	Гіпо-галинні (1)	Оліго-галинні (2)	β-мезо-галинні (3)	α-мезо-галинні (4)	Полі-галинні (5)	Еугалинні (6)	Ультра-галинні (7)
Мінералізація, г/л (‰)	<0,50	0,51-1,00	1,01-5,00	5,01-18,0	18,01-30,0	30,01-40,0	>40,00

Класифікація якості поверхневих вод за критеріями *іонного складу* поділяє їх на три класи за аніонним складом — *гідрокарбонатні, сульфатні та хлоридні*, кожен з яких, в свою чергу, диференціюється на три групи за катіонним складом — *кальцієві, магнієві та натрієві*, тобто існує дев'ять категорій вод за іонним складом (табл. 9.2). Крім того, певні категорії вод за іонним складом поділяються також на чотири типи за кількісним співвідношенням іонів.

Сольовий склад поверхневих вод оцінюють за сумою іонів та окремими інгредієнтами. Клас води визначають за переважаючими аніонами, групи — за переважаючими катіонами, типи вод — за співвідношенням між іонами (в еквівалентах):

- I — $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$;
- II — $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$;
- III — $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ або $\text{Cl}^- > \text{Na}^+$;
- IV — $\text{HCO}_3^- = 0$.

Таблиця 6.2

Класифікація якості поверхневих вод за критеріями іонного складу

Клас	Гідрокарбонатні (С)			Сульфатні (S)			Хлоридні (Cl)		
Група	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na
Тип	I II III	I II III	I II III	I II III II III IV	I II III		II III IV	II III IV	I II III

Приклади позначення видів природних вод: C^{Ca} гідрокарбонатний — клас, кальцієва група, тип другий; SCl^{Ca} сульфатно-хлоридно-кальцієві — води другого типу.

Прісні гіпо- і олігогалинні та солонуваті β-мезогалинні води оцінюють також за критеріями їх забруднення компонентами сольового складу, а саме за значеннями суми іонів, хлоридів і сульфатів (табл. 9.3 та 9.4).

Таблиця 6.3

Класифікація якості прісних гіпо- та олігогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу

Клас якості	I	II		III		IV	V
Категорія	1	2	3	4	5	6	7
Показники, мг/л							
Сума іонів	≤500	501-750	751-1000	1001-1250	1251-1500	1501-2000	> 2000
Хлориди	≤ 20	21-30	31-75	76-150	151-200	201-300	> 300
Сульфати	≤ 50	51-75	76-100	101-150	151-200	201-300	> 300

Таблиця 6.4

Класифікація якості солонуватих β-мезогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу

Клас якості	I	II		III		IV	V
Категорія	1	2	3	4	5	6	7
Показники, мг/л							
Сума іонів	1000-1500	1501-2000	2001-2500	2501-3000	3001-3500	3501-4000	> 4000
Хлориди	≤ 200	201-400	401-600	601-800	801-1000	1001-1200	> 1200
Сульфати	≤ 400	401-800	801-900	901-1000	1001-1100	1101-1200	> 1200

Екологічна класифікація якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями (табл. 9.5) включає такі групи показників:

- *гідрофізичні* показники — завислі речовини, прозорість;
- *гідрохімічні* показники — рН, концентрації азоту амонійного, нітритного, нітратного, фосфору фосфатів, розчиненого кисню, перманганатна та біхроматна окисності (ХСК), БСК;
- *гідробіологічні* показники — біомаса фітопланктону, індекс самоочищення-самозабруднення;
- *бактеріологічні* показники — чисельність бактеріопланктону та сапрофітних бактерій;

– *біоіндикація сапробності* – індекси сапробності за системами Пантле-Букка і Гуднайта-Уітлея.

Для забезпечення обґрунтованих висновків загальна кількість показників цього блоку повинна бути не менша 10.

Таблиця 6.5

Екологічна класифікація якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними критеріями)

Клас якості	I	II		III		IV	V
Категорія	1	2	3	4	5	6	7
Гідрофізичні показники, мг/л							
Завислі речовини	<5	5-10	11-20	21-30	31-50	51-100	> 100
Прозорість (по диску Секкі), м	> 1,5	1,00-1,50	0,65-0,95	0,50-0,60	0,35-0,45	0,20-0,30	<0,20
Гідрохімічні показники, мг/л							
pH	6,9-7,0	6,7-6,8	6,5-6,6	6,3-6,4	6,1-6,2	5,9-6,0	<5,9
	7,1-7,5	7,6-7,9	8,0-8,1	8,2-8,3	8,4-8,5	8,6-8,7	> 8,7
Азот, мг/л							
- амонійний	<0,10	0,10-0,20	0,21-0,30	0,31-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	> 2,50
- нітритний	<0,002	0,002-0,005	0,006-0,010	0,011-0,020	0,021-0,050	0,051-0,100	> 0,10
- нітратний	<0,20	0,20-0,30	0,31-0,50	0,51-0,70	0,71-1,00	1,01-2,50	> 2,50
Фосфор фосфатів, мг/л	<0,015	0,015-0,030	0,031-0,050	0,051-0,100	0,101-0,200	0,201-0,300	> 0,300
Розчинений Оксиген, мг/л	> 8,0	7,6-8,0	7,1-7,5	6,1-7,0	5,1-6,0	4,0-5,0	<4,0
ХСК, мг/л	<9	9-15	16-25	26-30	31-40	41-60	> 60
БСК ₅ , мг/л	<1,0	1,0-1,6	1,7-2,1	2,2-4,0	4,1-7,0	7,1-12,0	> 12,0
Гідробіологічні показники							
Біомаса фітопланктону, мг/л	<0,5	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	10,1-50,0	> 50,0
Індекс самоочищення/самозабруднення (A/R)	1,0	0,9 1,1	0,8 1,2	0,7 1,3-1,5	0,6 1,6-2,0	0,5 2,1-2,5	<0,5 >2,5
Бактеріологічні показники							
Чисельність бактеріопланктону, млн.кл./см ³	<0,5	0,5-1,5	1,6-2,5	2,6-5,0	5,1-10,0	10,1-50,0	> 50,0
Клас якості	I	II		III		IV	V
Категорія	1	2	3	4	5	6	7

Продовження таблиці 6.5

Сапробність							
- зона	олігосапробні		β -мезосапробні		α -мезосапробні		Полі-сапробні
- підзона	β -олігосапробні	α -олігосапробні	β' -мезосапробні	β'' -мезосапробні	α' -мезосапробні	α'' -мезосапробні	Полі-сапробні
Трофність (переважаючий тип)							
катего-рія	Оліго-трофні	мезотрофні		евтрофні		політрофні	Гіпер-трофні
підка-тегорія	Оліго-трофні оліго-мезо-трофні	мезо-трофні	Мезо-евтрофні	евтрофні	евполі-трофні	політрофні	Гіпер-трофні

Блок показників якості поверхневих вод за критеріями вмісту і біологічної дії специфічних речовин включає такі три спеціалізовані класифікації:

- Екологічну класифікацію якості поверхневих вод за критеріями вмісту специфічних речовин *токсичної дії*;
- екологічну класифікацію якості прісних гіпо- і олігогалинних та солонуватих β -мезогалинних вод за *рівнем токсичності*;
- екологічну класифікацію якості поверхневих вод за критеріями специфічних показників *радіаційної дії*.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод за специфічними показниками *токсичної та радіаційної дії* (табл. 9.6) дається на підставі наявності та вмісту у воді таких інгредієнтів, як ртуть, кадмій, мідь, цинк, свинець, хром, нікель, миш'як, залізо, марганець, фториди, ціаніди, нафтопродукти, феноли (леткі), синтетичні поверхнево-активні речовини. Оцінка важких металів дається за їх загальним вмістом у воді.

Екологічна оцінка якості води в певному водному об'єкті може бути *орієнтовною* і *грунтовною*. *Грунтова* узагальнююча оцінка необхідна для переконливих, відповідальних висновків і рішень.

Орієнтовна екологічна оцінка є необхідною з розвідувальною (рекогносцирувальною) метою для надання попередніх висновків та рішень і виконується на основі разових вимірів окремих показників якості води.

Таблиця 6.6

Екологічна оцінка якості поверхневих вод за специфічними показниками токсичної дії

Клас якості	I	II		III		IV	V
Категорія	1	2	3	4	5	6	7
Показники, мкг/л							
Ртуть	<0,02	0,02-0,05	0,06-0,20	0,21-0,50	0,51-1,0	1,01-2,5	>2,50
Кадмій	<0,1	0,1	0,2	0,3-0,5	0,6-1,5	1,6-5,0	>5,0
Мідь	<1	1	2	3-10	11-25	26-50	>50
Цинк	<10	10-15	16-20	21-50	51-100	101-200	>200
Свинець	<2	2-5	6-10	11-20	21-50	51-100	>100
Хром (заг.)	<2	2-3	4-5	6-10	11-25	26-50	>50
Нікель	<1	1-5	6-10	11-20	21-50	51-100	>100
Миш'як	<1	1-3	4-5	6-15	16-25	26-35	>35
Залізо (заг.)	<50	50-70	71-100	101-500	501-1000	1001-2500	>2500
Марганець	<10	10-25	26-50	51-100	101-500	501-1250	>1250
Фториди	<100	100-125	126-150	151-200	201-500	501-1000	>1000
Ціаніди	0	1-5	6-10	11-25	26-50	51-100	>100
Нафто-продукти	<10	10-25	26-50	51-100	101-200	201-300	>300
Феноли (леткі)	0	<1	1	2	3-5	6-20	>20
СПАР	0	<10	10-20	21-50	51-100	101-250	>250

Грунтова узагальнююча оцінка необхідна для переконливих, відповідальних висновків і рішень. Процедура виконання екологічної оцінки складається з чотирьох послідовних етапів:

- групування і обробки вихідних даних (результатів систематичного контролю якості води);
- визначення класів і категорій якості води за окремими показниками;
- узагальнення оцінок якості води за окремими показниками (вираженими в класах і категоріях) по окремих блоках з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води;
- визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта загалом або окремих ділянок за певний період спостережень.

Таблиця 6.7

Класи і категорії якості поверхневих вод за екологічною класифікацією

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості	1	2	3	4	5	6	7
Назва класів і категорій якості вод за їх природним станом	Відмінні	Добрі		Задовільні		Погані	Дуже погані
	Відмінні	Дуже добрі	Добрі	Задовільні	Посередні	Погані	Дуже погані
Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти (антропогенної забрудненості)	Дуже чисті	Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні
	Дуже чисті	Чисті	Досить чисті	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні
Трофність (переважаючий тип)	Оліготрофні	Мезотрофні		Евтрофні		Політрофні	Гіпертрофні
	Оліготрофні-оліго-мезотрофні	Мезотрофні	Мезо-евтрофні	Евтрофні	Евполітрофні	Політрофні	Гіпертрофні
Сапробність	Олігосапробні		β -мезосапробні		α -мезосапробні		Полісапробні
	β -олігосапробні	α -олігосапробні	β' -мезосапробні	β'' -мезосапробні	α' -мезосапробні	α'' -мезосапробні	Полісапробні

Вихідні дані з якості води за окремими її показниками групуються у просторі і часі, а також в межах трьох блоків. Згруповані по блоках щодо кожного наявного показника якості води, вихідні дані (вибірки) піддаються певній обробці: обчислюються середньоарифметичні та визначаються найгірші (мінімальні чи максимальні) значення. Екстремальні значення окремих показників аналізуються з метою з'ясування природних чи антропогенних причин, які могли викликати їх появу, і прийняття рішень про використання чи вилучення цих значень.

Визначення класів і категорій якості води для окремих показників здійснюють шляхом зіставлення середніх і найгірших (максимальних чи мінімальних) значень показників з критеріями спеціалізованих класифікацій.

Узагальнення оцінок за окремими показниками з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води виконують на основі аналізу показників в межах відповідних блоків. Це узагальнення полягає у визначенні середніх і найгірших значень для трьох блокових індексів якості води:

- середні значення визначають шляхом обчислення середнього номера категорії за всіма показниками даного блоку;
- найгірші значення визначають за відносно найгіршим показником (з найбільшим номером категорії) серед всіх показників даного блоку.

Визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта загалом чи для окремих його ділянок полягає в обчисленні інтегрального, або екологічного індексу I_e , величина якого дорівнює середньому арифметичному значень блокових індексів

$$I_e = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3}, \quad (6.1)$$

де I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу; I_2 – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників; I_3 – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, обчислюють для середніх і найгірших значень категорій окремо, він також може бути дробовим числом.

За допомогою екологічного індексу можлива оцінка іспівставлення рівня екологічного благополуччя води по окремих ділянках водних об'єктів, по басейнах, регіонах і загалом в Україні, проте слід мати на увазі, що при цьому необхідно користуватися однаковим переліком показників. Результати екологічної оцінки якості поверхневих вод подають у вигляді таблиць, графіків і карт.

Практичні завдання

1. На підставі гідрохімічних показників якості води річок басейну, згідно варіанту, запропонованого викладачем, встановити клас та категорію якості поверхневих вод за критерієм *мінералізації* (за табл. 6.1).

2. Провести класифікацію якості поверхневих вод за критеріями *йонного складу* (за табл. 6.2–6.4) та встановити відповідні позначення.
3. На підставі гідрохімічних показників якості води річок басейну, згідно варіанту, запропонованого викладачем, встановити клас та категорію якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними критеріями (за табл. 6.5).
4. Провести класифікацію сапробності й трофності.
5. На підставі гідрохімічних показників якості води річок басейну, згідно варіанту, запропонованого викладачем, встановити клас та категорію якості поверхневих вод за критерієм вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії (за табл. 6.6).
6. Встановити відповідні значення екологічного індексу І_е та провести об'єднану оцінку якості води (за табл. 6.7).

Вихідні дані для виконання роботи

№ з/п	Показник	Варіант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Сума іонів, мг/дм ³	1019	917	805	869	786	834	701	625	619	360
2	НСО ₃ , мг/дм ³	698	587	498	564	505	480	432	366	232	145
3	SO ₄ , мг/дм ³	44,0	56,0	124	104	96,0	136	126	56,0	154	156
4	Cl, мг/дм ³	28,0	30,0	63,0	23,0	34,0	76,0	25,0	54,0	153	12,0
5	Ca, мг/дм ³	177	185	86,0	76,0	74,0	84,0	96,0	124	34,0	18,0
6	Mg, мг/дм ³	30,0	26,0	10,6	84,0	63,0	45,0	12,0	8,0	25,0	14,0
7	Na, мг/дм ³	42,0	33,0	24,0	18,0	14,0	13,0	10,0	17,0	21,0	15,0
8	Завислі речовини, мг/дм ³	3,5	6,2	12,4	22,5	42,0	2,1	7,0	13,2	24,9	58,2
9	рН (одиниць)	6,9	7,1	6,7	7,6	6,5	8,0	6,3	8,2	7,0	7,2

Закінч. таблиці

10	NH ₄ , мг/дм ³	0,2	0,7	0,35	0,9	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	1,6
11	NO ₂ , мг/дм ³	0,01	0,008	0,12	0,03	0,06	0,07	0,08	0,09	0,02	0,04
12	NO ₃ , мг/дм ³	0,31	0,45	0,54	0,67	0,87	0,93	1,02	1,16	2,01	1,47
13	PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³	0,07	0,24	0,58	0,39	0,17	0,29	0,54	0,71	0,93	0,78
14	Розчинений O ₂ , мгO ₂ /дм ³	11,2	7,8	7,2	7,0	6,8	5,2	5,0	3,9	4,1	6,3
15	Прозорість, см	65	45	22	15	10	48	42	32	24	12
16	ПО, мг O ₂ /л	5,1	4,8	5,6	6,3	6,4	7,2	8,6	9,2	3,2	4,2
17	БО, мг O ₂ /л	9,2	8,9	9,6	10,1	10,4	8,6	12,3	13,4	11,8	9,5
18	БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³	0,8	1,2	1,7	2,3	2,8	3,1	3,6	3,4	6,5	5,9
19	Cd, мкг/дм ³	0,12	0,16	0,2	0,21	0,23	0,26	0,32	0,35	0,62	0,42
20	Cu, мкг/дм ³	0,52	0,82	1,23	1,46	1,85	2,0	2,35	2,68	3,01	3,02
21	Fe, мкг/дм ³	42	25	52	65	84	99	102	356	517	1052
22	Mn, мкг/дм ³	8,5	12,3	15,2	23,4	26,7	37,1	44,2	53,2	18,2	19,7
23	Zn, мкг/дм ³	11,3	10,2	8,5	7,6	15,6	18,7	6,5	21,2	10,4	9,3
24	Ni, мкг/дм ³	0,08	0,25	0,68	0,85	1,20	6,75	12,3	18,7	1,2	0,09
25	Pb, мкг/дм ³	1,52	0,95	2,05	5,6	6,54	7,85	11,2	22,6	21,0	10,9
26	Сг(загал.), мкг/дм ³	2,15	3,62	0,95	1,56	6,5	4,56	11,2	6,85	2,56	4,89
27	Феноли, мкг/дм ³	0,56	0,98	1,02	0	2,2	3,5	4,7	5,0	6,58	12,8
28	Нафтопродукти, мкг/дм ³	0	0,56	9,5	10,2	15,9	25,0	54,2	78,9	112	28,9
29	СПАР, мкг/дм ³	9,5	8,5	10,2	15,6	21,0	22,5	45,8	52,3	98,5	12,0

Контрольні запитання

1. Дати визначення екологічної оцінки якості вод.
2. Які критерії покладені в основу екологічної класифікації якості поверхневих вод?
3. Назвати показники сольового, трофосапробіологічного блоку та вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії.
4. Як визначити інтегральний екологічний індекс І_е?
5. Назвати етапи процедури виконання ґрунтової екологічної оцінки.
6. Назвати класи і категорії якості поверхневих вод.