

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до проходження навчальної практики зі спеціальності
“ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА”

Одеса – 2010

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до проходження навчальної практики зі спеціальності
“ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА”

Спеціалізація - „Управління екологічною безпекою”, „Екологія курортного
та рекреаційного господарства”
Рівень підготовки - бакалавр

Затверджено
на засіданні методичної комісії
природоохоронного факультету

Протокол № від 2010 р.

Одеса – 2010

Методичні вказівки до проходження навчальної практики зі спеціальності „Екологія та охорона навколишнього середовища” для студентів 4 курсу денної форми навчання з дисципліни “Міжнародний туризм”. Напрямок підготовки – “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”, спеціалізація - „Управління екологічною безпекою”, „Екологія рекреаційного та курортного господарства”, рівень підготовки – бакалавр. / Укладачі: доц. Нагаєва С.П., доц. Романчук М.Є. – Одеса: ОДЕКУ, 2010. – 60 с.

ЗМІСТ

УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ

ВСТУП

ЧАСТИНА 1

1 ПІДЗЕМНІ ВОДИ. ОСНОВНІ АНТРОПОГЕННІ ФАКТОРИ ЇХ ЗАБРУДНЕННЯ ТА НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ

1.1 Загальна характеристика та фізичні властивості підземних вод

1.2 Антропогенні фактори забруднення підземних вод

1.3 Підземна вода як джерело води бюветних комплексів м.Одеси

2 ОЦІНКА ЗАХИЩЕНОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД ВІД АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ

2.1 Оцінка забрудненості ґрунтових вод та ґрунтових масивів за допомогою розрахунку моделей масопереносу

2.2 Кількісна оцінка ступеня захищеності ґрунтових вод від техногенного забруднення

2.3 Якісна оцінка ступеня захищеності ґрунтових вод від техногенного забруднення

2.4 Охорона підземних вод від забруднення

3 ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

ЧАСТИНА 2

1 ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЗА ВІДПОВІДНИМИ КАТЕГОРІЯМИ

1.1 Загальні положення

1.2 Основні терміни, поняття та позначення

1.3 Таблиці класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв

1.4 Контрольні запитання

2 МЕТОДИКА ОДЕКУ ПО ОЦІНЦІ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

2.1 Загальні положення

2.2 Контрольні запитання

3 ПРИКЛАД ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОД

3.1 Приклад оцінки якості вод за відповідними категоріями

3.2 Приклад оцінки якості вод по методиці ОДЕКУ

3.3 Завдання для самостійної роботи

ДОДАТКИ

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ

ПВ – підземні води;
ГДК – гранично допустима концентрація;
ДОСТ – державний стандарт;
рН – водневий показник ;
ГС – геологічне середовище;
ЗР – забруднюючі речовини;
ЗСО – зона санітарної охорони;
ВГ – водні горизонти;
ГВ – ґрунтові води.

В С Т У П

Навчальна практика зі спеціальності проводиться для студентів IV курсу, напряму підготовки - екологія, спеціалізація – управління екологічною безпекою, екологія рекреаційного та курортного господарства. Навчальна практика проводиться після VII семестру в лабораторії екологічних досліджень кафедри прикладної екології.

Навчальна практика призвана закріпити теоретичні знання та сформувані у майбутніх фахівців професійні уміння і навички, які необхідні при виконанні екологічної оцінки якості підземних та поверхневих вод .

Наприкінці терміну проходження навчальної практики студенти повинні знати:

основні антропогенні фактори забруднення підземних вод та негативні наслідки, методи оцінки захищеності підземних вод від техногенного забруднення, основні заходи щодо охорони вод від забруднення; основні фактори забруднення поверхневих вод, методи оцінки якості поверхневих вод, основні заходи щодо захисту поверхневих вод від забруднення.

вміти:

виконувати оцінку забрудненості підземних вод та ґрунтових масивів за допомогою розрахункових моделей масопереносу, оцінювати ступінь захищеності напірних вод від техногенного забруднення та методи захисту підземних вод від забруднення; групувати вихідні дані, визначати класи та категорії якості води, робити узагальнену оцінку якості води та аналізувати отримані результати.

Отримати: практичні навички при визначенні границь зон санітарної охорони підземних вод та проводити контроль дотримання цих вимог;

навички в наданні екологічної оцінки якості води водного об'єкту при здійсненні екологічного моніторингу та ін.

Навчальна практика проводиться на протязі двох тижнів та складається з двох частин.

Частина 1 - оцінка забрудненості підземних вод та ґрунтових масивів за допомогою розрахункових моделей масопереносу, оцінка ступені захищеності напірних вод від техногенного забруднення та методи захисту підземних вод від забруднення.

Частина 2 – екологічна оцінка якості поверхневих вод річок України; визначення забруднюючих речовин, які мають найбільший негативний вплив на якість поверхневих вод та їх аналіз.

На початку навчальної практики зі студентами проводиться інструктаж щодо суворого виконання правил охорони праці і протипожежної безпеки на робочому місці проходження практики (поводження з електрообладнанням в лабораторії кафедри), складається календарний план практики.

Начальна практика зі спеціальності передумовлює виконання наступних видів робіт (табл.1):

- обстеження бюветів м. Одеса, їх екологічного стану;
- побудова карти розташування бюветів на території м.Одеси;
- оцінка техногенної забрудненості артезіанських вод бюветів за допомогою розрахункових моделей масопереносу;
- оцінювати ступінь захищеності напірних вод від техногенного забруднення;
- розробка основних заходів щодо захисту підземних вод від забруднення;
- збір інформації по водних об'єктах України (їх характеристика, водний режим);
- проведення екологічної оцінки якості поверхневих вод;
- визначення об'єднаної оцінки якості води, аналіз отриманих результатів;
- визначення показників, які мають категорію не менш 6 та побудова графіків зміни цих характеристик у часі (порівняння їх з ГДК).

Таблиця 1 - Календарний графік проходження практики

№п/п	Кількість годин	Види робіт, які виконуються	Використані матеріали	Звітні матеріали	Контролюючі засоби
1 Частина					
1	6	Інструктаж з техніки охорони праці. Вивчення та аналіз основних причин та негативних наслідків забруднення підземних вод. Характеристика Верхньосарматського водоносного горизонту.	Літературні джерела [1-4]	1 розділ звіту з практики	Усне опитування у формі співбесіди з викладачем. Максимальна модульна оцінка 10 балів
2	12	Обстеження бюветів м.Одеси: санітарно-гігієнічний стан, дотримання границь зони охорони підземних вод, гідрохімічні показники якості артезіанських вод.	Геологічний розріз та конструкція скважин бюветів,органолептичні характеристики вод бюветів міста	Карта розташування бюветів на території м. Одеси. відповідні таблиці і схеми	Перевірка аналізу вихідних даних Максимальна модульна оцінка 10 балів

3	6	Розрахунок забрудненості артезіанських вод за допомогою розрахункових моделей масопереносу	Характеристик и ґрунтових шарів та їх інфільтраційних параметрів	Розрахункові таблиці, узагальнення результатів	Перевірка результатів розрахунків та їх аналізу. Максимальна модульна оцінка 10 балів
4	6	Оцінка ступіні захищеності напірних вод від техногенного забруднення та розрахунок зони санітарної бюветних вод.	Вихідні дані бюветів	Розрахункові таблиці, узагальнення результатів	Перевірка результатів розрахунків та їх аналізу. Максимальна модульна оцінка 10 балів
5	6	Складення звіту по навчальній практиці та отримання заліку	Усі матеріали	Усі індивідуальні матеріали календарний план навчальної практики	Захист звіту по навчальній практиці. Максимальна модульна оцінка 10 балів

2 частина

1	6	Інструктаж з техніки охорони праці. Збір інформації по водних об'єктах України (їх характеристика: рельєф, ґрунти, рослинність, водний режим);	Літературні джерела	1 розділ звіту з практики	Усне опитування у формі співбесіди з викладачем. Максимальна модульна оцінка 10 балів
---	---	---	---------------------	---------------------------	---

2	6	Вивчення загальних положень по визначенню екологічної оцінки якості води, основних термінів, понять та позначень.	Літературні джерела	2 розділ звіту з практики	Перевірка аналізу вихідних даних Максимальна модульна оцінка 10 балів
3	10	Групування по блоках та обробка вихідних даних, визначення блокових індексів (з сольового складу, трофо-сапробіологічних показників та специфічних речовин токсичної дії)	Вихідні дані по гідрохімічному складу води водних об'єктів	Розрахункові таблиці, узагальнення результатів	Перевірка результатів розрахунків та їх аналізу. Максимальна модульна оцінка 10 балів
4	8	Визначення інтегрального екологічного індексу та показників, які мають категорію якості не менш 6	Вихідні дані, та оброблені матеріали	Розрахункові таблиці, графіки зміни деяких забруднюючих речовин у часі	Перевірка результатів розрахунків та їх аналізу Максимальна модульна оцінка 10 балів
5	6	Складення звіту по навчальній практиці та отримання заліку	Усі матеріали	Усі індивідуальні матеріали календарний план навчальної практики	Захист звіту по навчальній практиці. Максимальна модульна оцінка 10 балів

Усього: 72 години

100 балів

По закінченню навчальної практики кожний студент представляє звітні матеріали, що містять:

- календарний план з навчальної практики з переліком виконаних видів робіт та відмітками керівника (табл.1);
- звіт з навчальної практики зі спеціальності.

Залік з навчальної практики зі спеціальності отримують ті студенти, які повністю виконали обумовлений програмою практики обсяг робіт та пред'явили звітні матеріали.

Згідно з модульною системою контролю самостійної роботи студентів студент за весь час практики має отримати не менш ніж 60 балів (60% від максимальної суми балів, що передбачено програмою).

ЛІТЕРАТУРА

1.Сафранов Т.А.,Польовий А.М., Коніков Є.Г., Ротар М.Ф. і інш. Антропогенне забруднення геологічного середовища та ґрунтово-рослинного покриву.Навчальний посібник.-Одеса “ТЭС”,2003.-260с.

2. Сафранов Т.А.Оцінка техногенного впливу на ґрунти та підземні води.Конспект лекцій.-Одеса:ОДЕКУ,2003.-58с.

3. Збірник методичних вказівок для практичних занять студентів з дисципліни “Оцінка техногенного впливу на ґрунти та підземні води”/ Т.А.Сафранов Т.А.,Є.Г.Коніков, Л.М.Полетаєва, М.Ф. Ротар і інш. – Одеса: ОГМІ, 1999. –97 с.

4.Методичні вказівки по організації самостійної роботи студентів при вивченні навчальної дисципліни “Оцінка техногенного впливу на ґрунти та підземні води” для студентів спеціальності “Екологія та охорона навколишнього середовища”/ Сафранов Т. А., Нагаєва С. П., Кузьміна В.А.- Одеса:ОДЕКУ,2003-12.

5. Збірник методичних вказівок з дисципліни “Методи оцінки якості природних вод” для студентів спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища/ Юрасов С.М. – Одеса: ОДЕКУ, 2005. –86с.

6. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. В.Д.Романенко, В.М.Жукинський, О.П.Оксіюк та ін. – К.: СИМВОЛ-Т, 1998. – 28 с.

7. Ресурси поверхностных вод СССР, т.6, вып.1, Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. – 635 с.

ЧАСТИНА 1

1 ПІДЗЕМНІ ВОДИ. ОСНОВНІ АНТРОПОГЕННІ ФАКТОРИ ЇХ ЗАБРУДНЕННЯ ТА НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ

1.1 Загальна характеристика та фізичні властивості підземних вод

Підземні води, води, що знаходяться в товщах гірських порід верхньої частини земної кори в рідкому, твердому і пароподібному стані. Залежно від характеру порожнеч водовміщуючих порід підземні води діляться на порові – в пісках, галечниках і ін. уламкових породах, тріщини (жильні) – в скельних породах (гранітах, пісковиках) і карстові (карстові для тріщини) – в розчинних породах (вапняках, доломіті, гіпсі і ін.).

Підземні води, що переміщуються під впливом сили тяжіння, називаються гравітаційними, або вільними, на відміну від вод, зв'язаних, утримуваних молекулярними силами, - гігроскопічних, плівкових, капілярних і кристалізаціях. Шари гірських порід, насичені гравітаційною водою, утворюють водоносні горизонти, або пласти, що об'єднуються у водоносні комплекси. Підземні води володіють різним ступенем водопроникності і водовіддачі (здатністю витікати з водоносної породи під впливом сили тяжіння). Перший від поверхні Землі постійно існуючий безнапірний водоносний горизонт називається горизонтом ґрунтових вод. Безпосередньо над їх поверхнею (дзеркалом ґрунтових вод) поширені капілярні води, які можуть бути і підвішеними, тобто що не сполучаються з дзеркалом ґрунтових вод. Весь простір від поверхні Землі до дзеркала ґрунтових вод називається зоною аерації, в якій відбувається просочування вод з поверхні. У зоні аерації на окремих роз'єднаних прослоях порід, що володіють меншою здатністю фільтрації, в період живлення ґрунтових вод утворюються тимчасові скупчення підземних вод, які називаються верховодкою. Водоносні горизонти, що залягають нижче за ґрунтові води, відділяються від них пластами водонепроникних (водотривких) або слабопроникаючих порід і називаються горизонтами вод міжпластів. Вони зазвичай знаходяться під гідростатичним тиском; рідше мають вільну поверхню і безнапорні. Область живлення вод міжпластів знаходиться в місцях виходу водовміщуючих порід на денну поверхню (або в місцях їх неглибокого залягання); живлення відбувається також і шляхом перетікання води з інших водоносних горизонтів.

Підземні води – природні розчини, що містять понад 60 хімічних елементів (у найбільших кількостях — До, Na, Ca, Mg, Fe, Al, Cl, S, Z, Si, N, Про, Н), а також мікроорганізмів (окисляючі і поновлюючі різні речовини). Як правило, підземні води насичені газами (CO₂, O₂, N₂, C₂H₂ і ін.). По ступеню мінералізації підземні води підрозділяють (по В. І. Вернадському) на прісні (до 1 г/л), солонуваті (від 1 до 10 г/л), солоні (від 10 до 50 г/л) і підземні рассоли (св. 50 г/л); у пізніших класифікаціях до підземних рассолів відносять води з мінералізацією понад 36 г/л. За температурними даними (у °С) розрізняють підземні води (нижче 0), що переохолоджували, вельми

холодні (від 0 до 4), холодні (від 4 до 20), теплі (від 2 до 37), гарячі (від 37 до 50), вельми гарячі (від 50 до 100) і перегріті (понад 100).

За походженням виділяється декілька типів Підземні води Інфільтраційні води утворюються завдяки просочуванню з поверхні Землі дощових, талих і річкових вод. По складу вони переважно гідрокарбонатно-кальцієві і магнієві. При вилуговуванні гипсоносних порід формуються сульфатно-кальцієві, а при розчиненні соленосних — хлоридно-натрієві води. Конденсаційні підземні води утворюються в результаті конденсації водяної пари в порах або тріщинах порід. Води седиментацій формуються в процесі геологічного осадкоутворення і зазвичай є зміненими похованими водами морського походження – хлоридно-натрієві, хлоридно- кальцієво-натрієві і ін. До них же відносяться похоронені рассоли солеродних басейнів, а також ультрапрісні води піщаних лінз в моренних відкладеннях. Води, що утворюються з магми при її кристалізації і при метаморфізмі гірських порід, називаються магматогенними, або ювенільними (по термінології Е.Зюсса). Одним з показників природної обстановки формування підземних вод є склад розчинених і таких, що вільно виділяючи газів. Для верхніх водоносних горизонтів з окислювальною обстановкою характерна присутність кисню, азоту для нижніх частин розрізу, де переважає відновне середовище, типові гази біохімічного походження (сірководень, метан). У вогнищах інтрузій і термометаморфізма поширені води, насичені вуглекислим газом (вуглекислі води Кавказу, Паміру, Забайкалля). У кратерів вулканів зустрічаються кислі сульфатні води. У багатьох водонапірних системах, якими є часто крупні артезіанські басейни, виділяють три зони інтенсивності водообміну, що розрізняються ступенем, з поверхневими водами і складом. Верхні і краєві частини басейнів зайняті зазвичай інфільтраційними прісними водами – зона активного водообміну (по Н. К. Ігнатовічу), або активної циркуляції. У центральних глибоких частинах басейнів виділяється зона вельми сповільненого водообміну, або застійного режиму, де поширені виокремлені води. У проміжній зоні щодо сповільненого або утрудненого водообміну розвинені змішані води різного складу[1].

Підземні води — частина водних ресурсів Землі; загальні запаси підземних вод суші складають понад 60 млн. км³. Підземні води розглядаються як корисні копалини. На відміну від інших видів корисних копалин, запаси підземних вод можуть відновлюватися в процесі експлуатації. Ділянки водоносних горизонтів або їх комплексів, в межах яких є умови для відбору підземних вод, певного складу, що відповідає встановленим кондиціям, в кількості, достатній для економічно доцільного їх використання, називаються родовищами. В деяких випадках підземні води викликають заболочування і підтоплення територій, обвали, осідання ґрунтів під інженерними спорудами, затрудняють проведення гірських вироблень, ведення гірських робіт в шахтах і на кар'єрах. Для зменшення притоки підземних вод в район промислових об'єктів застосовуються дренаж, водовідлив, осушення родовищ. Багато якісних і кількісних показників

параметрів підземних вод (рівня, натиску, витрат, хімічного і газового складів, температури і ін.) піддаються короточасним, сезонним, багаторічним і віковим змінам, які визначають режим підземних вод. Останній відображає процес формування підземних вод в часі і в межах певного простору під впливом різних природних режимоутворюючих чинників: кліматичних, гідрологічних, геологічних, гідрогеологічних і чинників, що створюються в результаті діяльності людини. Найбільші коливання елементів режиму спостерігаються в неглибоко залягаючих підземних водах[2].

Підземні води є розчинами, що містять солі, іони, колоїди і гази. До основних фізичних властивостей, які аналізують при дослідженні підземних вод, відносять: колір, запах, смак, прозорість, температуру, щільність, стискуваність, в'язкість, радіоактивність, електропровідність.

- ◆ Колір підземних вод залежить від їх хімічного складу і механічних домішок. В основному підземні води безколірні. Жовтуватий колір характерний для вод болотного походження, що містять гумінові речовини. Сірководневі води в наслідок окислення сірководню і утворення тонкої колоїдної «муті», складеної з частинок сірки, мають зеленуватий відтінок. Колір води оцінюється за стандартною платино-кобальтовою шкалою в градусах.
- ◆ Запах в підземних водах в основному відсутній. Відчуття запаху свідчить або про наявність газів біохімічного походження (сірководень та ін.) або про присутність гниючих органічних речовин. Характер запаху виражають описово: без запаху, сірководневий, болотний, пліснявий та ін. Інтенсивність запаху оцінюють по десятибальній шкалі.
- ◆ Смак води залежить від складу розчинених речовин, солоний смак зумовлений хлористим натрієм, гіркий — сульфатом магнію, іржавий — солями заліза. Солодкуватий смак мають води багаті органічними речовинами. Наявність вільної вуглекислоти надає воді приємного освіжаючого смаку. Смак води оцінюється за таблицями в балах.
- ◆ Прозорість підземних вод залежить від кількості розчинених в ній мінеральних речовин, вмісту механічних домішок, органічних речовин і колоїдів. Для вказання ступеня прозорості служить наступна номенклатура: прозора, слабоопалесціюча, опалесціюча, злегка каламутна, сильно каламутна. Каламутність оцінюють в міліграмах сухої речовини на літр води.
- ◆ Температура підземних вод залежить від геотермальних особливостей району. Вона відображає вікові, тектонічні, літологічні і гідродинамічні особливості водних горизонтів. Температура води впливає на її хімічний склад, в'язкість та коефіцієнт фільтрації. В природних умовах підземні води можуть бути переохолоджені (нижче 0 °С, поширені в

районах багаторічної мерзлоти), холодні (нижче 20 °С, приурочені до верхньої зони земної кори, до поясу постійних річних температур в середніх широтах), термальні (які мають температуру 20-100°С, виявлені буровими свердловинами на різних глибинах), перегріті (температурою 100—375°С, зустрічаються в районах сучасної вулканічної діяльності).

- ◆ Щільність води визначають співвідношенням її маси до об'єму при певній температурі. За одиницю щільності прийнято щільність дистильованої води при температурі 4 °С. Показник щільності залежить від температури, кількості розчинених солей, газів і завислих часток, і змінюється від 1 до 1,4 г/см³.
- ◆ Стискуваність це характеристика, яка показує зміну об'єму рідини під дією тиску. Для води стискуваність незначна і характеризується коефіцієнтом стиснення $\beta=(2,7-5)\times 10^{-5}$ Па.
- ◆ В'язкість води характеризує внутрішній опір частинок рідини її руху, і кількісно виражається коефіцієнтами динамічної і кінематичної в'язкості. Б. А. Дерягін вивів існування аномалії води в тонких капілярах діаметром менше 0,001 мм. В ній на всьому інтервалі температур коефіцієнт тертя (залежить від в'язкості) залишається постійним, а щільність на 40 % більша звичайної.
- ◆ Радіоактивність підземних вод визначають вмістом в ній радону, еманції радію. За рідкісними винятками усі підземні води в тій чи іншій мірі радіоактивні. За кількістю еманції радію Е. С. Бурксер виділяє наступні типи вод: дуже сильно радіоактивні (радіоактивність більше 10000 еманів); сильно радіоактивні (1000 — 10000 еман); радіоактивні (100 — 1000 еман); слабо радіоактивні (10 — 100) дуже мало радіоактивні (менше 10 еман).
- ◆ Електропровідність залежить від кількості солей, розчинених у підземних водах. Прісні води володіють незначною електропровідністю, дистильовані — своєрідні ізолятори. Електропровідність води оцінюють за питомим електричним опором, вона змінюється від 0,02 до 1,0 Ом×м[1].

1.2 Антропогенні фактори забруднення підземних вод

Під антропогенним забрудненням підземних вод розуміють погіршення якості води (хімічних, фізичних, біологічних властивостей), викликане господарською діяльністю людини. Поняття "забруднення" відноситься перш за все до підземних вод питного призначення. Забруднення підземних вод може виразитися в підвищенні змісту природних компонентів, а також в появі специфічних речовин штучного походження - неорганічних (ціаніди, роданід), органічних (нафтопродукти, пестициди, феноли, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАВ) і ін.). Зазвичай виділяють дві стадії забруднення: початкову стадію, коли зміст компонентів вище фонового, але

нижче за ГДК, і власне забруднення, коли концентрації окремих компонентів перевищують ГДК. По видах забруднювачів виділяють хімічне, біологічне, радіоактивне і теплове забруднення, по масштабу - локальне і регіональне.

Інфільтруючись і просочуючись крізь ґрунт, вода відносить з собою в ґрунтові води всі розчинні в ній речовини. Ґрунт не може затримати їх. Отже, будь-яка хімічна речовина, застосована, розміщена, розлите, розсипане на землі або таке, що потрапило в неї, може забруднити ґрунтові води.

В даний час основними джерелами забруднення ґрунтових вод визнані:

- неправильно влаштовані звалища і інші сховища отруйних речовин, звідки вони можуть просочуватися в ґрунтові води;
- протікаючі підземні резервуари і трубопроводи. Особливу проблему складає витік бензину з резервуарів на АЗС;
- пестициди і добрива, вживані на полях, газонах, в садах;
- сіль, якою посипають дороги при ожеледі;
- мазут, вживаний на дорогах для скріплення пороши;
- надлишки вживаних в господарстві стічних вод і каналізаційного мула;
- витоки при транспортуванні.

Непристосовані сховища, а також використання пестицидів є найбільш поширеними джерелами загрози для ґрунтових вод[2].

1.3 Підземна вода як джерело води бюветних комплексів м. Одеси

Забезпечення населення питною водою, якість якої відповідає сучасним гігієнічним вимогам, є не тільки пріоритетним науково-практичним напрямом в гігієні водопостачання, але і одним з принципів державної політики, оскільки має велике соціальне значення, що відображене в державних законах і ін. документах [4-7].

Вода з систем централізованого водопостачання часто не відповідає сучасним гігієнічним вимогам, що пред'являються до питної води. Це обумовлено, перш за все, забрудненням поверхневих вододжерел господарський-побутовими і стічними водами без достатнього їх очищення, а також відсутністю сучасних технологій очищення води на централізованих водоочисних станціях.

Основним джерелом прісної води в Україні є стік річок і підземні водоносні горизонти. Якість використовуваних для водопостачання глибоких підземних вод в основному відповідає нормативним вимогам, а гарантією їх якості є організація зон санітарної охорони і дотримання в них відповідних режимів. Традиційно поверхневі води піддаються коагуляції, відстоюванню, фільтруванню, хлоруванню, а підземні води – аерації і фільтруванню для видалення заліза і розчинених газів. При обробці води за цими технологіями ступінь очищення не завжди задовольняє вимогам, що

пред'являються. Для підвищення ефекту очищення підземних вод застосовуються нові сучасні реагенти, озонування, адсорбція і ін.

Одним з альтернативних джерел водопостачання населення в м. Одесі є використання води артезіанських свердловин з верхнесарматського водоносного горизонту відповідно до Одеської міської програми раціонального використання і збереження питної води, поліпшення водопостачання населення «Чиста вода» на 2001-2006 рр. У 2001-2002 рр. на

території міста були відкриті і обладнані сучасною технологією очищення артезіанської води 12 бюветних комплексів: 1 – ул.Ак.Глушко; 2 – сквер Старобазарний; 3 – ул.25 Чапаєвської дивізії,1; 4 – парк Перемоги; 5 – 6-я ст.В.Фонтану; 6 – парк ім.Горького; 7 – ул.І.Рабіна,1; 8 – ул.Дальницка,25; 9 – ул.М.Жукова,14в; 10 – сквер Мечникова, 11 – ул.Кримська; 12 – сквер Михайлівський.

Для кондиціонування артезіанської води в бюветних комплексах м.Одеси застосовується сучасна технологія водопідготовки, яка, включає наступні стадії очищення:

1) механіко-каталітичне фільтрування – окислення катіонів заліза (II), видалення мілкодисперсних зважених частинок;

2) оберненоосматичне очищення половини об'єму води - видалення мікро- і макрокомпонентів води (кальцію, магнію, натрію, сульфатів, хлоридів, гідрокарбонатів), мікроорганізмів;

3) змішування води, що пройшла оберненоосматичне очищення, з водою, що пройшла механічне фільтрування, в співвідношенні 1:1, внаслідок чого такі показники як жорсткість, сухий залишок, концентрації натрію, сульфатів і хлоридів відповідають гігієнічним нормативам;

4) озонування води, збалансованої по мінеральному складу, що дозволяє забезпечити знезараження, дезодорування, окислення органічних і неорганічних речовин, дегазування води і насичення її киснем;

5) адсорбційне очищення озонованої води на фільтрах з активованим вугіллям, внаслідок чого з неї віддаляються озон, окислені органічні і деякі неорганічні речовини;

6) вторинне озонування води, що пройшла стадію адсорбційного очищення, перед подачею споживачам.

Мета роботи полягає в санітарно-гігієнічному моніторингу якості води бюветних комплексів: артезіанської води на відповідність ГОСТ 2761-84 [9] і очищеної артезіанської води - ДСанПіН № 383 [7].

Артезіанську воду до і після очищення досліджували за органолептичними, санітарно-хімічними показниками – по 23 показникам щомісячно. Окрім цього артезіанську воду до і після очищення аналізували за токсикологічними показниками. Результати санітарно-хімічних досліджень води бюветних свердловин статистично оброблені з визначенням середнього значення і стандартного відхилення середнього значення для кожного показника .

2 ОЦІНКА ЗАХИЩЕНОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД ВІД АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Поняття захищеності підземних вод означає їхню ізольованість як за рахунок природних, так і штучних факторів від впливу потоків шкідливих речовин з техногенних джерел. Використання для визначення категорії захищеності підземних вод тільки неповного комплексу природних факторів значною мірою звужує можливості одержання достовірних оцінок, оскільки за рамками розгляду залишаються особливості хімічної природи забруднюючих речовин, режим надходження їх в ГС і навантаження, ступінь техногенної зміни захисних шарів і ін.

Захищеність ПВ залежить від трьох груп факторів: 1) природні - наявність у розрізі водотривких порід, глибина залягання ПВ, потужність і фільтраційні властивості водотривких порід (товщ, що перекривають ВГ), сорбційних властивостей порід і т.д.; 2) техногенні - умови перебування ЗР у джерелі забруднення (на поверхні землі, у накопичувачах, на полях зрошення, у техногенних ВГ і ін.), характер проникнення ЗР у ПВ (інфільтрація, рівчак і т.д.); 3) фізико-хімічні - специфічні властивості ЗР, їх міграційна здатність, хімічна стійкість, консервативний чи неконсервативний характер і т.д.

По природній захищеності ПВ підрозділяються на: захищені від забруднення; незахищені від будь-яких джерел забруднення; незахищені від глибинних джерел забруднення (рівчака).

Крім того, ПВ поділяються за ступенем захищеності від виснаження: 1) незахищені при нераціональній експлуатації і під впливом зовнішніх факторів (наприклад, тріщинно-жильні ПВ); 2) незахищені при нераціональній експлуатації (наприклад, порово-пластові і тріщинно-пластові ПВ); 3) слабо піддані чи не піддані виснаженню (наприклад, фумарольні води районів сучасного вулканізму). Інтенсивність надходження ЗР у ВГ залежить від ступеня його захищеності. Більш захищені ПВ, що глибоко залягають і ізольовані водотривкими породами[3].

2.1 Оцінка забрудненості ґрунтових вод та ґрунтових масивів за допомогою розрахункових моделей масо переносу

В практиці еколого-геологічних досліджень широко використовуються методи оцінки і прогнозування геохімічного забруднення, що базуються на підставі часткових рішень рівнянь математичної фізики, що описують процеси тепло-масопереносу.

Оцінка захищеності ПВ територій виконується окремо для глибоких (напірних) і для ґрунтових вод. Обидві зазначені методи не враховують такого важливого фактору, як захисна роль ґрунтового шару, що є майже єдиною перешкодою для забруднювачів.

Тому оцінку захищеності ГВ від забруднення доцільно виконувати за терміном, необхідним для міграції консервативного компонента від земної поверхні до рівня ГВ. Цей час (в роках) для шаруватої товщі, що складається із i - шарів, можна підрахувати за формулою (2.1):

$$t=(40/W)-\sum m_i(k_i)^{-1/n}, \quad (2.1)$$

де m_i – потужність i -го шару, м; k_i – його коефіцієнт фільтрації, м/добу; W - інтенсивність інфільтраційного насичення, мм/рік; n - безрозмірний показник ступеню, що залежить від прийнятої моделі волого переносу (для суглинків та глин цей параметр дорівнює 4,0, а для пісків 3,6).

Експериментально встановлено п'ять рівнів захищеності ґрунтових вод за часом інфільтраційного проникнення забруднювача при завданому інфільтраційному насиченні: 1) дуже слабо захищені (менш 1 року); 2) слабо захищені (1-3 роки); 3) відносно захищені (3-5 років); 4) майже захищені (5-10 років); 5) захищені (більш 10 років)[3].

2.2 Оцінка ступеня захищеності ґрунтових вод від техногенного забруднення

Ґрунтові води, що залягають першими від поверхні, пов'язані з водно-льодовиковими, моренними і кінцевоморенними відкладами зледеніння, а також сучасними алювіально-озсено-болотними утвореннями Водовміщуючі породи - це переважно піски різної крупності, іноді з прошарками супісів, суглинків, глин і торфів. Параметри захищеності ГВ залежать від морфології рельєфу, літологічного складу покривних відкладів, положення рівня ГВ, типу фунтів та інших факторів, що пов'язані з кліматом та історією геологічного розвитку і т.п. Основними факторами, що визначають природну захищеність ГВ є літологічні особливості, будова і потужність зони аерації, сорбційні і фільтраційні властивості перекриваючих порід і ґрунтів, інфільтраційне живлення, процеси міграції забруднюючих речовин.

При різних видах антропогенної діяльності відбувається забруднення вод зони аерації (води родючого ґрунту й верховодки) та підґрунтових вод. У зв'язку з цим при проектуванні різних інженерних споруд виникає необхідність прогнозування їх можливого впливу на природний стан ГВ, що багато у чому визначається ступенем їх ізольованості від донної поверхні.

В основу кількісної оцінки захищеності ґрунтових вод від забруднення фільтратом покладене визначення часу (t), за який забруднена вода, що фільтрується з поверхні землі (днища полігону), досягає рівня ГВ.

При фільтрації з поверхні землі стічних вод, що скидаються з постійною витратою Q у приймач з площею F , можуть бути два випадки. Якщо $q \leq K_f$, K_f – коефіцієнт фільтрації порід зони аерації у випадку однорідного розрізу,

$q = Q/F$, то стічні води, які потрапляють на поверхні стовпа води ($H = 0$). В такому випадку час досягнення стічними водами рівня ГВ може бути визначений за формулою:

$$t = mn\sqrt[3]{qK\phi} \quad (2.2)$$

Якщо ж $q \leq K_{\phi}$, то на поверхні землі утворюється стовп стічних вод, що змінюється у часі $H = f(t)$, і час фільтрації до рівня ГВ може бути визначений за формулою:

$$t = \frac{m}{\frac{(1-n)K}{2n} + \sqrt{\frac{(1-n)K}{4n + \frac{qK}{n}}}} \quad (2.3)$$

Якщо розріз неоднорідний і складається із декількох шарів з різними фільтраційними властивостями, то час фільтрації можна оцінити таким чином. Якщо K_{ϕ} кожного шару більший q , то неоднорідний розріз приводиться до однорідного. Й розрахунок величини t виконується за формулою (2.2) при підстановці в неї замість K_{ϕ} значення $K_{\phi}(cp)$. Так саме чинять, якщо K_{ϕ} кожного шару менший q , але тільки у цьому випадку величину t розраховують за формулою (2.3). Нарешті, якщо для одних шарів $K_{\phi} \geq q$, а для інших $K_{\phi} \leq q$, то величина t визначається для кожного шару: для шарів з $K_{\phi} \geq q$ за формулою (2.2), а для шарів з $K_{\phi} \leq q$ за формулою (2.3), і далі одержані значення підсумовуються.

Для розрахунку часу фільтрації за формулами (2.2) і (2.3) як розрахункове значення q приймається 0,003 м/доб. За даними скид стічних вод складає: на комунальні поля зрошення 10-30, на землеробські поля зрошення не більше 5-20 і на поля фільтрації 100-300м³/(га.доб.). У відповідності з цими даними, приймаючи $Q = 300\text{м}^3/\text{доб}$, $F = 1\text{га} = 10000\text{м}^2$, маємо $q = 0,03\text{м}/\text{доб}$.

За часом досягнення рівня ГВ виділяються такі категорії захищеності ґрунтових вод: I – $t \leq 10$, II – $t = 10$, III – $t = 50$, IV – $t = 100-200$, V – $t = 200-400$, VI – $t \geq 400$ діб. Чим вища категорія, тим краще природна захищеність ГВ від техногенного забруднення.

2.3 Якісна оцінка ступеня захищеності ґрунтових вод від техногенного забруднення

Якісна оцінка ґрунтових вод визначається за такими показниками: 1) глибина залягання ГВ або потужність зони аерації; 2) будова й літологічні особливості порід зони аерації; 3) потужності слабопроникнених порід у розрізі зони аерації; 4) фільтраційні властивості порід зони аерації і, перш за все, водотривких різностей.

Найменш захищеними є ГВ в умовах, коли зона представлена добре проникненими відкладеннями і у їх розрізі відсутні слабкопроникнені літологічні різності. Збільшення глибини залягання ГВ хоча й покращує їх захищеність, але вплив цього фактору менш істотний, ніж наявність водотривких порід у розрізі зони аерації.

Якісна оцінка природної захищеності ґрунтових вод може бути виконана на основі визначення категорій захищеності ґрунтових вод (I, II, III, IV, V, VI) у балах. Більш високим категоріям відповідає більша сума балів – сумарний показник захищеності ґрунтових вод.

За вихідну одиницю для оцінки балів прийнятий час фільтрації t_1 крізь зону аерації, складену з добре проникнених порід ($K_{\phi} = 2\text{м/добу}$) потужністю 10м. Час фільтрації t_2 крізь зону аерації потужністю 20м, яка складається із таких же порід, приблизно вдвоє більший ($t_2 = 2t_1$); крізь зону аерації потужністю 30м – утворює більший ($t_3 = 3t_1$), тощо.

Звичайно зона аерації (глибина залягання ГВ) коливається від 3 до 30 м, рідко перевищуючи 40-50 м. Тому виділяються 5 градацій глибин залягання: до 10, 10-20, 20-30, 30-40, більш як 40м. Першій градації з мінімальною (до 10м) глибиною залягання рівня ґрунтових вод, час фільтрації для якої дорівнює t_1 , відповідає 1 бал; другий – 2 бали, третій – 3 бали, четвертий – 4 бали, п'ятому (більш як 40м) – 5 балів.

Потужність водотривких порід зони аерації поділяється на 11 градацій (до 2,2 – 4,4 – 6... понад 20м), а серед них за літологічними та фільтраційними особливостями виділяються з групи: а – супіски, легкі суглинки з $K_{\phi} = 0,1 - 0,01$ м/добу; с – важкі суглинки й глини з K_{ϕ} менш 0,001 м/добу; в – проміжна між а та с – суміш порід зі значеннями $K_{\phi} = 0,01 - 0,001$ м/добу.

Сума балів, що залежить від градації глибин, залягання ґрунтових вод, потужності слабо проникних порід та їх літології, визначає захищеність ГВ, яку виражено показником захищеності (ПЗ). За значенням ПЗ виділяється 6 категорій захищеності ґрунтових вод[3].

2.4 Охорона підземних вод від забруднення

Збереження високої якості і запасів ПВ має бути забезпечено шляхом розробки і організації правильних режимів експлуатації ВГ. Дотримування таких режимів можливо на основі надійної системи контролю як за кількісними показниками об'ємів ПВ, так і за змінами їх хімічного складу (макро-, мезо- і мікрокомпонентів). Іншим напрямком охорони ПВ від забруднення є локалізація, ліквідація та запобігання нових техногенних джерел забруднення ВГ (накопичувачі твердих і рідких відходів, очисних споруд, каналізаційних систем, нафтопроводів і накопичувачів нафтопродуктів).

Для захисту ПВ від антропогенного забрудненні організують зони санітарної охорони (ЗСО), які складаються із трьох поясів.

Перший пояс - зона суворого режиму - призначений для захисту свердловини і водозбірних споруд; ця територія огорожується забором. Усяка діяльність і розміщення об'єктів, не пов'язаних з свердловинами і водозбірними спорудами в її межах заборонені.

Другий пояс ЗСО - зона обмежувань - передбачає захист водозаборів від мікробних забруднень. На території другого поясу забороняється будь-яка діяльність, яка має бути причиною бактерійного забруднення ПВ (насамперед, розташування полігонів ТПВ, туалетів, вигрібних ям, сховищ агрохімікатів і отрутохімікатів і т.п.).

Третій пояс ЗСО також є зона обмежувань, яка передбачає запобігання забруднення ПВ на загальний термін експлуатації водозабору. Коли термін спеціально не визначень, то при розрахунку розмірів третього поясу він приймається 25 років. На території третього поясу обмежується діяльність, яка пов'язана з зберіганням, використанням і внесенням у ґрунтовий покрив, хімічних речовин, які мають бути причиною погіршення якості ПВ[2].

3 Приклад розрахунку

Виконати оцінку ступені захищеності підземних вод б'юветного комплексу «Рибка», розміщеного на площі Незалежності м.Одеса. Глибина скважини (H) = 125м, дебіт = 3,0 м³/добу, інтенсивність інфільтраційного насичення (W) = 130 мм/рік.

У першому поясі ЗСО знаходяться дорога з великим трафіком та житлові будинки. Місце встановлення б'ювету не відповідає державним стандартам. До негативних факторів, які впливають на якість ґрунтових вод можна віднести: автомобільний транспорт, житлові будинки, ТПВ, каналізація та інш.

Таблиця 1 - Органоліптичні показники води б'ювета на площі Незалежності (вул.І.Рабіна 1)

№	Наіменування показників, од.вимірювання	Проба очищеної води	Нормативи ГОСТ2874-82, ПДК
1	Запах при 20 С та 60С, бал.	0/0	≤2
2	Смак при 20 С, бал	0/0	≤2
3	Кольоровість, град	<5	≤20
4	Каламутність,мг/дм ³	<0.2	≤1,5
5	рН, од	7.55	6-9
6	Жорсткість загальна, моль/м ³	1.2	≤7,0

7	Кальцій, мг/дм ³	8.02	-
8	Магній, мг/дм ³	7.30	-
9	Лужність загальна, ммоль/дм ³	1.8	-
10	Гідрокарбонати, мг/дм ³	109.8	-
11	Хлориди, мг/дм ³	45.9	≤350
12	Сульфати, мг/дм ³	60	≤500
13	Натрій, мг/дм ³	82	≤200
14	Сухий залишок, мг/дм ³	267	≤1000
15	Загальне мікробне число, КОЕ/см ³	0;1	≤100
16	Індекс БГПК, КОЕ/дм ³	<3	≤3
17	Ps. aeruginosa, КОЕ/дм ³	Не знайдено	Відсутнє

Якість питної води ставиться під сумнів тим, що відбор проб проводиться раз на місяць, а також тим, що в звіті про аналіз проби присутньо тільки 17 показників, а повинно бути 28.

Таблиця 2 – Геолого-гідрологічний розріз та конструкція розвідко-експлуатаційної скважини бювета на площі Незалежності (вул.І.Рабіна 1)

№	Опис порід	Потужність шару		
		від	до	усього
1	Суглинок коричневий	0	14,6	14,6
2	Глина червоно-бура	14,6	24,8	10,2
3	Вапняк,ракушняк	24,8	32	12,2
4	Глина зеленувато-сіра плотна, з намивами піску	32	68,5	31,5
5	Глина з прошарками піску	68,5	89,5	21
6	Глина з прошарками вапна	89,5	94,7	5,2
7	Глина сіро-блакитна	94,7	117,2	16,5
8	Глина з шаром ракушек	117,2	123,5	12,3
9	Ракушка водоносна	123,5	125	1,5

Проводячи розрахунки за формулою (2.1) розрахуємо час інфільтраційного проникнення забруднювача при завданому інфільтраційному насиченні:

$$t = (40/30)(14,6 (0,2)^{-1/3,6} + 10,2(0,001)^{-1/4} + 12,2(4,0)^{-1/3,6} + 31,5(0,001)^{-1/4} + 21(0,001)^{-1/4} + 5,2(0,001)^{-1/4} + 16,5(0,001)^{-1/4} + 12,3(0,001)^{-1/4} + 1,5(4,0)^{-1/3,6}) = 177\text{р.}$$

Згідно класифікації рівнів захищеності ґрунтових вод досліджуемі води відносяться до захищених.

На другому етапі виконуємо кількісну оцінку за допомогою розрахункових формул (2.2) і (2.3), час інфільтрації до рівня ГВ складає:

- 1) для суглинків $t = 14,6 \cdot 0,25 \sqrt[3]{0,03 \cdot 0,2} = 0,204$ доб., таке значення t відповідає дуже низькому ступеню захищеності ґрунтових вод (I категорія);

- 2) для глини червоно-бурої $t = \frac{10,2}{\frac{(1-0,30)0,001}{2 \cdot 0,30} + \sqrt{\frac{(1-0,30)0,001}{4 \cdot 0,30 + \frac{0,03 \cdot 0,001}{0,30}}}} = 2103$ доб.,

дані результати свідчать про дуже високий рівень (VI категорія) захищеності;

- 3) для вапняка, ракушняка $t = 12,2 \cdot 0,27 \sqrt[3]{0,03 \cdot 4} = 0,505$ доб., отримане t відповідає дуже низькому рівню захищеності (I категорія);

- 4) для глини зеленувато-сірої щільної, з намивами піску

$$t = \frac{31,5}{\frac{(1-0,30)0,001}{2 \cdot 0,30} + \sqrt{\frac{(1-0,30)0,001}{4 \cdot 0,30 + \frac{0,03 \cdot 0,001}{0,30}}}} = 6494$$
 доби, дані результати свідчать

про дуже високий рівень (VI категорія) захищеності;

- 5) для глини з прошарками піску $t = \frac{21}{\frac{(1-0,30)0,001}{2 \cdot 0,30} + \sqrt{\frac{(1-0,30)0,001}{4 \cdot 0,30 + \frac{0,03 \cdot 0,001}{0,30}}}} = 4329$

діб, що також відповідає високому рівню захищеності (VI категорія);

- 6) для глини с прошарками вапна $t = \frac{5,2}{\frac{(1-0,30)0,001}{2 \cdot 0,30} + \sqrt{\frac{(1-0,30)0,001}{4 \cdot 0,30 + \frac{0,03 \cdot 0,001}{0,30}}}} = 1072$

доби, отримане t відповідає високому рівню захищеності (VI категорія);

- 7) для сіро-блакитної глини $t = \frac{16,5}{\frac{(1-0,30)0,001}{2 \cdot 0,30} + \sqrt{\frac{(1-0,30)0,001}{4 \cdot 0,30 + \frac{0,03 \cdot 0,001}{0,30}}}} = 3402$ доби,

що також відповідає високому рівню захищеності (VI категорія);

- 8) для глини з шаром ракушок $t = \frac{12,3}{\frac{(1-0,30)0,001}{2 \cdot 0,30} + \sqrt{\frac{(1-0,30)0,001}{4 \cdot 0,30 + \frac{0,03 \cdot 0,001}{0,30}}}} = 2536$

діб, дані результати свідчать про дуже високий рівень захищеності (VI категорія);

9) для ракушки водоносної $t = 1,5 \cdot 0,27 \sqrt[3]{0,034} = 0,013$ доби, що відповідає самому низькому ступеню захищеності (I категорія).

На наступному етапі виконана якісна оцінка захищеності ґрунтових вод. Проаналізувавши глибину залягання кожного з рівнів ґрунту, а також глибину залягання рівня ґрунтових вод. Так як $H = 125$ м, то для данного об'єкта можна присвоїти 5 балів. За коефіцієнтами фільтрації видно, що можна дані потужності слабопроникнених порід можна поділити на три групи: до групи а відносяться глини, до групи с – суглинок коричневий. Тобто по літологічним особливостям зони аерації набирає ще 65 балів. Отже, сума складає 70 балів, що відповідає значенню ПЗ відповідному VI категорії захищеності. Така висока природна захищеність не дозволяє припустити можливість інтенсивного техногенного впливу на ГВ, залягаючи в умовах ділянки, що розглядається.

Завдання для самостійної роботи

Виконати оцінку ступені захищеності підземних вод бюветів м.Одеси.

ЧАСТИНА 2

1 ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЗА ВІДПОВІДНИМИ КАТЕГОРІЯМИ

1.1 Загальні положення

Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями розроблена В.Д.Романенко, В.М.Жукинським, О.П.Оксіюк та ін., являється міжвідомчим керівним нормативним документом (затверджена наказом Мінекобезпеки України від 31.03.98 р. і надано чинності з 1 січня 1999 р.)

Екологічна оцінка дається при здійсненні екологічного моніторингу для оцінки стану водних об'єктів, при розробці ОВНС, при оцінці ефективності природоохоронних заходів, при виробленні природоохоронної політики. Вона дозволяє помітити тенденції змін якості поверхневих вод (як загалом, так і за окремими показниками), які спричиняються природними процесами і внаслідок прямої чи опосередкованої антропогенної дії.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями повинна обов'язково включати три блоки показників:

- сольового складу;
- трофо–сапробіологічні (еколого–санітарні) показники;
- специфічні речовини токсичної і радіаційної дії.

Вихідні дані аналізуються по кожному блоку окремо. Результати подаються у вигляді єдиної екологічної оцінки, котра складається із заключних висновків по трьох блоках.

Екологічна оцінка якості води може бути орієнтовною і ґрунтовною. **Орієнтовна екологічна оцінка** виконується на основі разових вимірів окремих показників якості води, котрі найточніше характеризують екологічний стан водного об'єкта (чи його ділянки). Ці разові значення окремих показників якості води зіставляються з відповідними критеріями якості води, представленими в таблицях системи екологічної класифікації. На підставі такого зіставлення визначаються категорії і класи якості води за окремими показниками, взятими для разового виміру. Об'єднання результатів разових вимірів для узагальненої оцінки якості води не допускається. Клас і категорія води у цілому встановлюється за показником з найбільшим номером категорії.

Процедура виконання **ґрунтовної екологічної оцінки** якості поверхневих вод складається з чотирьох послідовних етапів, а саме:

- а) **етап групування** і обробки вихідних даних;
- б) **етап визначення класів і категорій** якості води за окремими показниками;

в) **етап узагальнення оцінок якості** води за окремими показниками (вираженими в класах і категоріях) по окремих блоках з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води;

г) **етап визначення об'єднаної оцінки** якості води (з визначенням класів і категорій) для певного водного об'єкта в цілому чи окремих ділянок за певний період спостережень.

а) Вихідні дані за окремими показниками **групуються** у просторі і часі в певному, чіткому порядку: окремо для різних пунктів спостережень, або ж вкупі (з різних пунктів спостережень) для певних ділянок водного об'єкта, або ж для водного об'єкта в цілому за певний проміжок часу (місяць, сезон, рік, кілька років підряд тощо).

Вихідні дані з якості води за окремими показниками групуються в межах трьох блоків. Згруповані по блоках щодо кожного наявного показника якості води, вихідні дані (вибірки) піддаються певній обробці: обчислюються середньоарифметичні значення, визначаються мінімальні та максимальні (найгірші) значення, котрі всі разом характеризують мінливість величин кожного з показників якості води в реальних умовах виконання і аналізу результатів спостережень.

Серед вихідних даних трапляються поодинокі дані, котрі своїми екстремальними значеннями виходять за межі окресленого діапазону мінливості величин цієї виборки, досить далеко від максимальних (найгірших) значень.

Екстремальні значення окремих показників якості води підлягають спеціальному аналізу: з'ясуванню природних чи антропогенних причин, які могли викликати їх появу. Після такого аналізу приймаються рішення про використання чи вилучення екстремальних значень певних показників якості води.

б) Етап визначення класів та категорій якості води для окремих показників полягає у виконанні таких дій:

- середньоарифметичні (середні) значення для кожного показника окремо зіставляються з відповідними критеріями якості води, представленими в таблицях системи її екологічної класифікації (табл. 1.1–1.9);

- найгірші значення якості води (максимальні чи мінімальні) серед цих показників кожного блоку також зіставляються з відповідними критеріями якості води;

- на основі проведеного зіставлення середньоарифметичних та найгірших значень для кожного показника окремо визначаються категорії якості води за середнім і найгіршим значеннями (найбільшим за номером) для кожного показника окремо;

- зіставлення середніх і найгірших значень з критеріями спеціалізованих класифікацій та визначення класів і категорій якості води за окремими показниками теж (як і на першому етапі) виконується в межах відповідних блоків.

в) Етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води виконується лише на основі аналізу показників в межах відповідних блоків. Це узагальнення полягає у визначенні **середніх і найгірших значень** для **трьох блокових індексів** якості води, а саме: для індексу забруднення компонентами сольового складу (I_1), для трофо–сапробіологічного (еколого–санітарного) індексу (I_2), для індексу специфічних показників токсичної і радіаційної дій (I_3). Таким чином, повинно бути визначено шість значень блокових індексів, а саме: $I_{1\text{СЕР}}$ та $I_{1\text{МАХ}}$; $I_{2\text{СЕР}}$ та $I_{2\text{МАХ}}$; $I_{3\text{СЕР}}$ та $I_{3\text{МАХ}}$. Маючи значення блокових індексів якості води, легко визначити їх приналежність до певного класу та категорії якості води за допомогою системи екологічної класифікації.

Середні значення для трьох блокових індексів якості води **визначаються шляхом обчислення середнього номера категорії** за всіма показниками даного блоку; при цьому категорія 1 має номер 1, категорія 2 – номер 2 і т.д.

Середні значення блокових індексів можуть бути дробовими числами. Це дозволяє диференціювати оцінку якості води, зробити її більш точною і гнучкою. Для визначення субкатегорій якості води, відповідних середнім значенням блокових індексів, треба весь діапазон десятичних значень номерів (поміж цілими числами) розбити на окремі частини і позначити їх таким чином:

Середні значення субкатегорій якості вод	Позначення відповідних блокових індексів
1,0 – 1,2	1
1,3 – 1,4	1 (2)
1,5 – 1,6	1 – 2
1,7 – 1,8	2 (1)
1,9 – 2,2	2
2,3 – 2,4	2 (3)

і т.д. для категорії 3 – 7.

Найгірші значення для трьох блокових індексів якості води **визначаються за відносно найгіршим показником** (з найбільшим номером категорії) серед всіх показників даного блоку.

г) Етап визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок **полягає в обчисленні інтегрального або екологічного індексу I_E** . Використання екологічного індексу якості води доцільно в тих випадках, коли зручніше користуватися однозначною оцінкою: для планування і опрацювання водоохоронної діяльності, здійснення екологічного і еколого–економічного районування,

екологічного картографування тощо. Значення екологічного індексу якості води визначається за формулою 1.1):

$$I_E = \{I_1 + I_2 + I_3\} / 3, \quad (1.1)$$

де I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу;

I_2 – індекс трофо–сапробіологічних показників;

I_3 – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

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

Визначення субкатегорій якості води на підставі екологічного індексу здійснюється так само, як для блокових індексів.

Сольовий склад поверхневих вод оцінюється за сумою іонів та окремими інгредієнтами (табл. 1.1 –1.4). При групуванні даних у просторі і часі оцінка дається за середніми і максимальними (найгіршими) значеннями показників. **Клас** води визначається за переважаючими аніонами (Cl^- ; SO_4^{2-} ; HCO_3^-), **група** – за переважаючими катіонами (Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; $\text{Na}^+ + \text{K}^+$), **тип** води визначається за співвідношеннями 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 – $\text{HCO}_3^- = 0$.

Один грам-еквівалент Cl^- складає **35,45 г**; SO_4^{2-} – **48,03 г**; HCO_3^- – **61,02 г**; Ca^{2+} – **20,04 г**; Mg^{2+} – **12,15 г**; Na^+ – **22,99 г**; K^+ – **39,10 г**.

Для позначення видів природних вод вживаються символи, наприклад:

гідрокарбонатний клас, група кальцію, тип другий – $\text{C}^{\text{Ca}}_{\text{II}}$;

сульфатно–хлорідно–кальцієві води другого типу – $\text{SCl}^{\text{Ca}}_{\text{II}}$.

Прісні гіпо– і олігогалінні та солонуваті β–мезогалінні води оцінюються також за критеріями їх забруднення компонентами сольового складу, а саме за значеннями суми іонів, хлоридів і сульфатів.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод та естуаріїв за **трофо–сапро–біологічними (еколого–санітарними)** критеріями (табл. 1.5) виконується на підставі середніх та найгірших значень кожного з гідрофізичних, гідрохімічних, бактеріологічних показників, а також індексів сапробності. Для цього блоку бажана узагальнена оцінка, оскільки більшість показників є взаємопов'язаними і в кінцевому підсумку вони відповідають певному ступеню трофності та зоні сапробності вод. Загальна кількість показників цього блоку для забезпечення обґрунтованих висновків не повинна бути меншою, ніж 10. Інтегрування показників при узагальненій оцінці пов'язане з втратою інформації. Тому поряд з узагальненою оцінкою

обов'язково мають наводитись значення категорій для всіх тих показників, які перевищують узагальнені (середні) значення.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод за **специфічними показниками токсичної і радіаційної дії** (табл.1.6 – 1.8) виконується за кожним показником окремо. Для даних, згрупованих у часі й просторі, оцінка дається за середнім та найгіршим значеннями кожного з показників.

Назви класів і категорій якості вод, дані про їх стан та ступінь їхньої чистоти (забрудненості), а також ступінь трофності і зона сапробності оцінюваних поверхневих вод представлені у табл.1.9.

Екологічна оцінка є неодмінною умовою екологічного нормування якості поверхневих вод, його попереднім етапом. Тому при виконанні екологічної оцінки треба передбачити зіставлення одержаних результатів зі значеннями екологічних нормативів, встановленими для даного водного об'єкта. Це необхідно для аналізу відповідності (чи невідповідності) якості вод значенням усіх тих показників, котрі встановлені у результаті екологічного нормування якості вод для конкретного водного об'єкта.

Результати екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв подаються у вигляді таблиць, графіків і карт. Найбільш наочним засобом подання результатів екологічної оцінки якості води є картографічний.

1.2 Основні терміни, поняття та позначення

Біологічна індикація сапробності вод – визначення якості води за наявністю та характеристиками водних організмів – індикаторів сапробності.

Біологічне тестування вод – визначення якості води за реакціями водних організмів (тест-об'єктів) на вміст у воді отруйних для них речовин.

Води поверхневі – води різних водних об'єктів, що знаходяться на земній поверхні.

Водна екосистема – екологічна система водного об'єкта, в якій нерозривно поєднуються неживе середовище – абіотичні компоненти та біота-біотичні компоненти (складний комплекс угруповань і популяцій рослин, тварин, мікроорганізмів).

Водний об'єкт – сформований природою або створений штучно об'єкт ландшафту чи геологічна структура, де зосереджуються води (річка, озеро, море, водосховище, канал, водоносний горизонт).

Галинність вод – ступінь мінералізації (солоності) вод суші, естуаріїв та моря.

Евтрофування вод – підвищення біологічної продуктивності водних об'єктів внаслідок збільшення вмісту у воді біогенних елементів.

Екологічне благополуччя водних об'єктів – стан рівноваги екосистем водних об'єктів з нормальною структурою, сталим функціонуванням та відтворенням основних компонентів, незважаючи на вплив антропогенних і природних чинників.

Екологічні нормативи якості води – науково обґрунтовані кількісні значення показників якості води (гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних, специфічних речовин), котрі відображають природний стан водного об'єкта та цілі водоохоронної діяльності щодо покращення або зберігання його екологічного благополуччя.

Екологічна оцінка якості вод – віднесення вод до певного класу і категорії з екологічною класифікацією на підставі аналізу значень показників (критеріїв) її складу і властивостей з наступним їх обчисленням та інтегруванням (ручним чи автоматизованим способом).

Автоматизована екологічна оцінка якості вод – створення програмного забезпечення, за допомогою якого кількісна оцінка якості вод за значеннями окремих показників чи комплексу показників, а також віднесення якості вод до певного класу (категорії) здійснюється на ЕОМ.

Формалізація екологічної оцінки якості вод – переведення словесного (вербального) опису системи показників, критеріїв, засобів і процедури екологічної оцінки якості вод на математичну мову, яка використовує арифметичні операції, кількісні значення, спеціальні символи, рівності, нерівності і елементи математичної логіки.

Естуарії – ділянки гідросфери, які є перехідними зонами між поверхневими водами суші та морями. В екологічному відношенні естуарії є екотонами, тобто перехідними зонами життя прісноводних і морських угруповань гідробіонтів.

Індекси якості води – узагальнена числова оцінка якості води за сукупністю основних показників, яка визначається відповідно до класів і категорій якості вод. Існують індекси групові (блокові) та комплексні – екологічні.

Класифікація – упорядкування множини будь-яких об'єктів в групи (категорії, класи, розряди), які є підмножинами. Кожна група може, в свою чергу, бути поділена аналогічним чином на дрібніші субмножини. Класифікація здійснюється за певними якісними ознаками об'єктів чи за їх кількісними значеннями – критеріями.

Класи і категорії якості вод – рівні якості вод, установлені за інтервалами числових значень показників їх складу і властивостей.

Критерії – мірило для визначення, оцінки об'єкта чи явища; якісна чи кількісна ознака, взята за основу класифікації.

Критерії якості вод – показник складу та властивостей води в його кількісному виразі у вигляді значення, котрому відповідають певні клас і категорія якості води. Кількісна ознака чи комплекс таких ознак, за якими здійснюється класифікація та оцінка якості вод.

Критерії якості вод екологічні – критерії якості вод, за якими вода класифікується та оцінюється як компонент екосистеми з урахуванням умов її нормального функціонування. Кількісні значення елементарних гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних та специфічних показників, а також комплексні кількісні показники, побудовані на інтегруванні

елементарних ознак якості вод. На основі елементарних та узагальнюючих критеріїв визначаються класи, категорії та індекси якості вод, сапробність та трофність, котрі відображають стан водних екосистем.

Радіаційна дія – шкідливий чи (за певних умов) корисний вплив іонізуючого випромінювання на живі організми.

Самоочищення вод – поліпшення якості вод внаслідок трансформації забруднювальних речовин в процесі нормального функціонування водних екосистем.

Сапробність вод – рівень вмісту у воді органічних речовин, що розкладаються. Може визначатися за характеристиками видового складу і чисельності гідробіонтів–індикаторів сапробності.

Стан поверхневих вод екологічний – характеристика абіотичних і біотичних компонентів води та донних відкладів, які властиві екосистемам певних водних об'єктів.

Природний екологічний стан поверхневих вод – екологічний стан водних об'єктів, який існував чи може існувати за умов відсутності чи незначного впливу людської діяльності. Якість води при цьому характеризується фоновими або типовими значеннями показників сольового складу, трофо–сапробності та вмісту специфічних речовин.

“Відмінний” екологічний стан поверхневих вод – такий екологічний стан водних об'єктів, який свідчить, що вони не зазнають значного впливу людської діяльності.

“Добрий” екологічний стан поверхневих вод – такий екологічний стан водних об'єктів, який свідчить, що вони зазнають впливу людської діяльності, проте мають багату, збалансовану, благополучну екосистему і воду задовільної споживчої цінності.

Токсична дія – шкідливий вплив отруйних речовин, які містяться у воді, на живі організми–гідробіонти.

Токсичність води – властивість води, яка містить отруйні речовини, шкідливо діяти на живі організми–гідробіонти.

Трофність водних об'єктів – ступінь біологічної продуктивності екосистем водних об'єктів, котра визначається вмістом у воді біогенних елементів (насамперед, фосфору і азоту) і комплексом гідрологічних, гідрохімічних, гідробіологічних та інших чинників.

Якість вод – характеристика складу і властивостей води, яка визначає її придатність для конкретної мети використання.

“Відмінна” якість вод – з екологічних позицій – це якість води, яка формується у водних об'єктах з “відмінним” екологічним станом і відповідає найвищим екологічним і споживчим кондиціям.

“Добра” якість вод – з екологічних позицій – це якість води, у водному об'єкті за наявності чи умов досягнення “доброго” екологічного стану поверхневих вод.

БСК₅ – біохімічне споживання кисню у воді за 5 діб.

БСК₁ – біохімічне споживання кисню у воді за 1 добу.

pH – показник концентрації іонів водню.

A/R – відношення величини валової первинної продукції фітопланктону до величини деструкції органічної речовини в планктоні – індекс **самозабруднення–самоочищення** води.

1.3 Таблиці класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв

Таблиця 1.1 – Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критерієм мінералізації

Клас якості вод	Прісні води – 1		Солонуваті води – 11			Солоні води – 111	
Категорія якості вод	Гіпо-галінні – 1	Оліго-галінні – 2	β-мезо-галінні – 3	α-мезо-галінні – 4	Полі-галінні – 5	Еугалінні – 6	Ультра-галінні – 7
Величина мінералізації, мг/дм ³	Менше 500	510–1000	1010–5000	5010–18000	18010–30000	30010–40000	Більше 40000

Таблиця 1.2 – Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв 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	II, III, IV	II, III, IV	I, II, III	II, III, IV	II, III, IV	I, II, III

Таблиця 1.3 – Класифікація якості прісних гіпо– та оліго-галінних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу

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

Таблиця 1.4 – Класифікація якості солоноватих β–мезогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу

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

Таблиця 1.5 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними (еколого–санітарними) критеріями

Клас якості вод	I		II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7	
Гідрофізичні								
Завислі речовини, мг/дм ³	<5	5–10	11–20	21–30	31–50	51–100	>100	
Прозорість м	>1,50	1,00–1,50	0,65–0,95	0,50–0,60	0,35–0,45	0,20–0,30	<0,20	
Гідрохімічні								
pH	6,9–7,0	6,7–6,8 7,6–7,9	6,5–6,6 8,0–8,1	6,3–6,4 8,2–8,3	6,1–6,2 8,4–8,5	5,9–6,0 8,6–8,7	<5,9 >8,7	
Азот амонійний, мг/дм ³	<0,10	0,10–0,20	0,21–0,30	0,31–0,50	0,51–1,00	1,01–2,50	>2,50	
Азот нітритний, мг/дм ³	<0,002	0,002–0,005	0,006–0,010	0,011–0,020	0,021–0,050	0,051–0,100	>0,100	
Азот нітратний, мг/дм ³	<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/дм ³	<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 кисень, мг/дм³	>8,0	7,6–8,0	7,1–7,5	6,1–7,0	5,1–6,0	4,0–5,0	<4,0
% насичення	96–100 101–105	91–96 106–110	81–90 111–120	71–80 121–130	61–70 131–140	40–60 141–150	<40 >150
Перманганат. окисл., мг/дм³	<3,0	3,0–5,0	5,1–8,0	8,1–10,0	10,1–15,0	15,1–20,0	>20,0
Біхроматна окисл., мг/дм³	<9	9–15	16–25	26–30	31–40	41–60	>60
БСК₅, мг/дм³	<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							
Біомаса фіто-планктону, мг/дм³	<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 2,1–2,4	<0,5 >2,5
Бактеріологічні							
Чисельність бактеріо-планктону, млн.кл/см³	<0,5	0,5–1,5	1,6–2,5	2,6–5,0	5,1–7,0	7,1–10,0	>10,0
Чисельність сапрофітних бактерій, тис.кл/см³	<1,0	1,0–3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	10,1–25,0	5,1–100,0	>100,0
Біоіндексація сапробності (індекси сапробності)							
за Пантле–Букком	<1,0	1,0–1,5	1,6–2,0	2,1–2,5	2,6–3,0	3,1–3,5	>3,5
за Гуднайтом–Уїтлєєм	1–20	21–45	46–60	61–70	71–80	81–90	91–100
Сапробність	Олігосапробні		β–мезосапробні		α–мезосапробні		Полісапробні
	β–олігосапробні	α–олігосапробні	β [′] –мезосапробні	β [″] –мезосапробні	α [′] –мезосапробні	α [″] –мезосапробні	Полісапробні

Трофність (переважаючий тип)	Оліготрофні	Мезотрофні		Евтрофні		Політрофні	Гіпертрофні
	Оліготрофні	Мезотрофні	Мезоевтрофні	Евтрофні	Евполітрофні	Політрофні	Гіпертрофні

Таблиця 1.6 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Ртуть, мкг/дм³	<0,02	0,02–0,05	0,06–0,20	0,21–0,50	0,51–1,00	1,01–2,50	>2,50
Кадмій, мкг/дм³	<0,1	0,1	0,2	0,3–0,5	0,6–1,5	1,6–5,0	>5,0
Мідь, мкг/дм³	<1	1	2	3–10	11–25	26–50	>50
Цинк, мкг/дм³	<10	10–15	16–20	21–50	51–100	101–200	>200
Свинець, мкг/дм³	<2	2–5	6–10	11–20	21–50	51–100	>100
Хром, мкг/дм³	<2	2–3	4–5	6–10	11–25	26–50	>50
Нікель, мкг/дм³	<1	1–5	6–10	11–20	21–50	51–100	>100
Миш'як, мкг/дм³	<1	1–3	4–5	6–15	16–25	26–35	>35
Залізо, мкг/дм³	<50	50–70	76–100	101–500	501–1000	1001–2500	>2500
Марганець, мкг/дм³	<10	10–25	26–50	51–100	101–500	501–1250	>1250
Фториди, мкг/дм³	<100	100–125	126–150	151–200	201–500	501–1000	>1000
Цианіди, мкг/дм³	0	1–5	6–10	10–25	26–50	51–100	>100
Нафтопродукти, мкг/дм³	<10	10–25	26–50	51–100	101–200	201–300	>300
Феноли, мкг/дм³	0	<1	1	2	3–5	6–20	>20
СПАР, мкг/дм³	0	<10	10–20	21–50	51–100	101–250	>250

Таблиця 1.7 – Екологічна класифікація якості гіпо– та олігогалинних і солонуватих β–мезогалинних вод за рівнем токсичності

Клас якості вод	I		II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7	
Оцінюється смертність <i>Daphnia magna</i> str., <i>Ceriodaphnia affinis</i> Lill., та інші	смертність відсутня	смертність відсутня або менше 10% протягом 48–годинного біотестування		смертність відсутня або менше 10% протягом 24–годинного біотестування		смертність $\geq 50\%$ за 48 годин біотестування	смертність $\geq 50\%$ за 24 години біотестування	
Оцінюється смертність <i>Ceriodaphnia affinis</i> Lill за 48 годин біотестування в одиницях гострої летальної токсичності	відсутня	відсутня	відсутня	відсутня	відсутня	1	>1	
Оцінюється зменшення БСК ₁ (за добу) в %	0	0	<10	10–30	31–50	51–70	>70	
Оцінюється виживання або плодючість <i>Ceriodaphnia</i> за 7–10 діб в одиницях хронічної токсичності	<1	1	1	2	4	8	>8	

Таблиця 1.8 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями специфічних показників радіаційної дії

Клас якості вод	I		II		III		IV	V
	1	2	3	4	5	6	7	
Сумарна β-активність, Ки/дм ³	<0,44* 10 ⁻¹¹	(0,44–0,55)* 10 ⁻¹¹	(0,56–0,75)* 10 ⁻¹¹	(0,76–1,0)* 10 ⁻¹¹	(1,1–15,0)* 10 ⁻¹¹	(15,1–7,0)* 10 ⁻¹¹	>27,0* 10 ⁻¹¹	
⁹⁰ Sr, Ки/дм ³ (1Ки=3.7* *10 ¹⁰ Бк)	<6,2* 10 ⁻¹³	(6,2–7,5)* 10 ⁻¹³	(7,6–9,9)* 10 ⁻¹³	(1,0–3,0)* 10 ⁻¹²	3,1* 10 ⁻¹² – 4,0* 10 ⁻¹¹	(4,1–9,0)* 10 ⁻¹¹	>9,0* 10 ⁻¹¹	
¹³⁷ Cs, Ки/дм ³	<1,2* 10 ⁻¹³	(1,2–2,5)* 10 ⁻¹³	(2,6–5,0)* 10 ⁻¹³	5,1* 10 ⁻¹³ – 5,0* 10 ⁻¹²	5,1* 10 ⁻¹² – 1,5* 10 ⁻¹⁰	1,6* 10 ⁻¹⁰ – 1,5* 10 ⁻⁹	>1,5* 10 ⁻⁹	

Таблиця 1.9 – Класи та категорії якості поверхневих вод суші та естуаріїв України за екологічною класифікацією

Клас якості вод	I		II		III		IV	V
	1	2	3	4	5	6	7	
Назва класів і категорій якості вод за їх 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	дуже чисті	чисті		забруднені		брудні	дуже брудні	
	дуже чисті	чисті	досить чисті	слабкозабруднені	помірно забруднені	брудні	дуже брудні	
Трофність (переважно тип)	оліготрофні	мезотрофні		евтрофні		політрофні	гіпертрофні	
	оліготрофні оліго-мезотрофні	мезотрофні	мезо-евтрофні	евтрофні	ев-політрофні	політрофні	гіпертрофні	

Сапробність	олігосапробні		α -мезосапробні		β -мезосапробні		полісапробні
	β -олігосапробні	α -олігосапробні	β' -мезосапробні	β'' -мезосапробні	α' -мезосапробні	α'' -мезосапробні	полісапробні

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. В.Д.Романенко, В.М.Жукинський, О.П.Оксіюк та ін. – К.: СИМВОЛ-Т, 1998. – 28 с.

1.4 Контрольні запитання

1. Які спеціалізовані класифікації включає система екологічної класифікації якості поверхневих вод?
2. Як обчислюється екологічний індекс?
3. Скільки значень має блоковий індекс?
4. Як обчислюються блокові індекси?
5. Що таке сапробність вод?
6. Що таке трофність вод?
7. Що таке галінність вод?
8. Етапи виконання екологічної оцінки якості вод.
9. Як визначається клас, група та тип вод за критеріями іонного складу?

2 МЕТОДИКА ОДЕКУ ПО ОЦІНЦІ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

2.1 Загальні положення

Методика ОДЕКУ розроблена на основі аналізу наступних комплексних показників: індексу забруднення води (*ІЗВ*), модифікованого (*ІЗВ*), комплексного індексу забруднення (*КІЗ*), коефіцієнта забрудненості χ , комплексного показника екологічного стану (*КПЕС*) і узагальненого екологічного індексу (*І_Е*). У ній враховано усі виявлені недоліки попередніх методик, тобто: використовуються рибогосподарські ГДК; перелік показників не обмежений; враховується ефект сумарної дії; узагальнюються співвідношення значень показників якості з їх ГДК. Розроблено нову шкалу категорій якості (табл. 2.1) на основі одиниць хронічної токсичності [1]. Назва категорій якості співпадає з наведеними у [1].

Таблиця 2.1 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод за методикою ОДЕКУ

Категорія якості	1	2	3	4	5	6	7
<i>I_{ЕК}</i>	$\leq 0,25$	$0,26 \div 0,5$ 0	$0,51 \div 1,0$ 0	$1,01 \div 2,00$	$2,01 \div 4,00$	$4,01 \div 8,0$ 0	$> 8,00$
Характеристика якості води	дуже чиста	чиста	досить чиста	слабо забруднена	помірно забруднена	брудна	дуже брудна

В методиці ОДЕКУ для врахування ефекту сумарної дії речовин розглядається вісім блоків показників: 1) мінералізація; 2) трофосапробіологічні; 3) із загальносанітарною ЛОШ; 4) із токсикологічною ЛОШ; 5) із санітарно-токсикологічною ЛОШ; 6) із органолептичною ЛОШ; 7) із рибогосподарською ЛОШ; 8) радіаційної дії.

Для другого та восьмого блоків узагальнений блоковий індекс розраховується, як середнє значення ряду з *n* показниками за формулою (2.1), а для третього – сьомого блоків осереднення не здійснюється і розрахунок блокового індексу виконується за формулою (2.2):

$$I_j = (1 / n) \Sigma (C_i / ГДК_i), \quad (2.1)$$

$$I_j = \Sigma (C_i / ГДК_i). \quad (2.2)$$

При розрахунку *I_j* використовуються рибогосподарські ГДК і ЛОШ. Якщо деякий показник не нормований у рибогосподарських нормах, але він є в методиці [1], то для нього як норму можна прийняти значення межі між 3 і 4 категоріями (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Критерії якості поверхневих вод

Показник	Межа між 3 і 4 категоріями	ГДК _{Р/Г}
Мінералізація		
Сума іонів, мг/дм ³	1000	-
Трофо–сапробіологічні (еколого–санітарні) показники		
Завислі речовини, мг/дм ³	20	фон+0,75
Прозорість, м	>0,60	-
Розчинений кисень, мг/дм ³	>7,0	>6,0
Запах, бали	-	2
Перманганатне окислення, мг/дм ³	8,0	-
Біхроматне окислення (ХПК), мг/дм ³	25,0	-
БСК ₅ , мг/дм ³	2,1	3,0
Фосфор фосфатів, мг/дм ³	0,05	-
Біомаса фітопланктону, мг/дм ³	2,0	-
Індекс самоочищення-самозабруднення (А/Р)	0,8-1,2	-
Чисельність бактеріопланктону, млн.кл/см ³	2,5	-
Чисельність сапрофітних бактерій, тис.кл/см ³	5,0	-
Показники з токсикологічною ЛОШ		
Ртуть, мг/дм ³	0,0002	0,00001
Кадмій, мг/дм ³	0,0002	0,005
Мідь, мг/дм ³	0,002	фон+0,001
Свинець, мг/дм ³	0,01	0,10
СПАР, мг/дм ³	0,02	0,50
Миш'як, мг/дм ³	0,005	0,05
Марганець, мг/дм ³	0,05	0,01
Ціаніди, мг/дм ³	0,01	0,05
Показники з санітарно-токсикологічною ЛОШ		
Азот нітратний, мг/дм ³	0,50	9,1
Натрій, мг/дм ³	-	120
Магній, мг/дм ³	-	40,0
Хром (6+), мг/дм ³	0,005	0,001
Показники з рибогосподарською ЛОШ		
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,05	0,05
Феноли, мг/дм ³	0,001	0,001
Показники радіаційної дії		
Сумарна β–активність, Ку/дм ³	1,0*10 ⁻¹¹	-
⁹⁰ Sr, Ку/дм ³	3,0*10 ⁻¹²	-
¹³⁷ Cs, Ку/дм ³	5,0*10 ⁻¹²	-

Узагальнена оцінка отримується у результаті осереднення m блокових індексів

$$I_{EK} = (1/m) \sum I_j. \quad (2.3)$$

Категорія якості поверхневих вод встановлюється за значенням I_{EK} і табл. 2.1.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями* / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. – К.: Символ-Т, 1998. - 28 с.
2. *Сафранов Т.А.* Екологічні основи природокористування: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. –Львів: «Новий світ», 2003. – 246 с.
3. *Сніжко С.І.* Оцінка та прогнозування якості природних вод.–К.: Ніка. Центр, 2001. – 262 с.
4. *Збірник методичних вказівок з дисципліни “Методи оцінки якості природних вод” для студентів спеціальності “Екологія та охорона навколишнього середовища”/ Юрасов С.М.* – Одеса: ОДЕКУ, 2005. – 86 с.
5. *Колісник А.В., Юрасов С.Н.* Вдосконалення методики комплексної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2009. – вип. 7. – с. 192 – 202.

2.2 Контрольні запитання

1. Які недоліки інших методик по оцінці якості води враховує методика ОДЕКУ?
2. Які блоки показників розглядаються в методиці ОДЕКУ?
3. Як розраховується узагальнений блоковий індекс для другого та восьмого блоків?
4. Як розраховується узагальнений блоковий індекс для третього-сьомого блоків?
5. Як отримується узагальнена оцінка?
6. Як встановлюється категорія якості поверхневих вод?

3 ПРИКЛАД ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОД

3.1 Приклад оцінки якості вод за відповідними категоріями

Екологічна оцінка якості вод виконана для р. Дунай за даними спостережень біля міста Кілія (табл. 3.1).

На етапі групування і обробки вихідних даних якості води останні групуються за окремими показниками в межах трьох блоків (табл. 3.1).

Згруповані по блоках вихідні дані піддаються певній обробці, в результаті визначаються мінімальні і максимальні (чисельник) та середньоарифметичні (знаменник) значення для кожного із показників, які наведені у другому стовпці табл. 3.1.

На етапі визначення класів і категорій якості води середні арифметичні та найгірші значення якості води (максимальні чи мінімальні) для кожного показника окремо зіставляються з відповідними критеріями якості води, представленими у табл. 1.1 – 1.9.

Для кожного з трьох блоків на основі проведеного зіставлення визначаються категорії і класи води за середнім і найгіршим значеннями для кожного показника окремо, які наведені у третьому та четвертому стовпці табл. 3.1.

На етапі узагальнення оцінок якості води повинно бути визначено шість значень блокових індексів. Середні значення для трьох блокових індексів якості води визначаються шляхом обчислення середнього номера категорії за всіма показниками даного блоку. Так для трьох блоків визначені блокові індекси дорівнюють 2,0, 3,8, та 4,8 відповідно (табл. 3.1, стовпець 5). Дробові значення блокових індексів дозволяють диференціювати оцінку якості води за рахунок визначення субкатегорій. Таким чином, 2, 4(3) та 5(4) – це відповідні субкатегорії якості води.

Найгірші значення для трьох блокових індексів якості води визначаються за відносно найгіршим показником (з найбільшим номером категорії серед всіх показників даного блоку). Для трьох блоків ці показники становлять 5,0, 7,0 і 7,0 відповідно (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Екологічна характеристика якості вод р. Дунай, м. Кілія

Показник	Значення	Категорія	Клас	Індекс
1	2	3	4	5
Сольовий склад				
Сума іонів, мг/дм ³	336 – 591	2	II	
	409	1	I	
НСО ₃ ⁻ , мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	170 – 245 (4,02)			
	198 (3,24)			

Продовження табл. 3.1

SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	24,3 – 196 (4,08)	5	III	$I_{1CEP} =$ $= (1+2+3)/3 =$ $= 6/3 = \mathbf{2,0}$ $I_{1MAX} = 5,0$	
	70,7 (1,47)	2	II		
Cl ⁻ , мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	28,7 – 45,4 (1,28)	3	II		
	33,9 (0,96)	3	II		
Ca ²⁺ , мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	25,7 – 52,0 (2,59)				
	42,9 (2,14)				
Mg ²⁺ , мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	9,8 – 21,2 (1,70)				
	13,9 (1,11)				
Na ⁺ +K ⁺ , мг/дм ³ , (мг-екв./дм ³)	10,4 – 90,2 (2,91)				
	33,2 (1,07)				
Трофо–сапробіологічні (еколого–санітарні)					
Гідрофізичні					
Завислі речовини, мг/дм ³	26,0 – 452	7	V	$I_{2CEP} =$ $= (7+6+3+1+$ $+5+1+1+5+$ $+2+4+7)/11 =$ $= 42/11 = \mathbf{3,8}$ $I_{2MAX} = 7,0$	
	162	7	V		
Прозорість, м	0,04 – 0,5	7	V		
	0,2	6	IV		
Гідрохімічні					
pH	7,75 – 8,15	4	III		
	7,96	3	II		
NH ₄ ⁺ , мгN/дм ³	0,01 – 0,15	2	II		
	0,05	1	I		
NO ₂ ⁻ , мгN/дм ³	0,001 – 0,24	7	V		
	0,037	5	III		
NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³	0,08 – 2,0	6	IV		
	0,09	1	I		
Розчинений кисень, мгO ₂ /дм ³	6,66 – 13,7	4	III		
	10,0	1	I		
Біхроматна окислюваність, мгO ₂ /дм ³	4,0 – 165	7	V		
	39,8	5	III		
Перманганатна окислюваність, мгO ₂ /дм ³	1,48 – 5,97	3	II		
	3,18	2	II		
БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³	0,26 – 5,15	5	III		
	2,4	4	III		
PO ₄ ³⁻ , мгP/дм ³	0,26 – 0,50	7	V		
	0,38	7	V		

Продовження табл. 3.1

Специфічні речовини токсичної дії				
Хром, мкг/дм ³	70 – 95	7	V	$I_{3СЕР} =$ $=(7+5+5+$ $+1+6)/5=$ $=24/5=4,8$
	83	7	V	
Нафтопродукти, мкг/дм ³	70 – 280	6	IV	
	129	5	III	
СПАР, мкг/дм ³	40 – 90	5	III	
	64	5	III	
Залізо, мкг/дм ³	36 – 56	2	II	$I_{3МАХ} = 7,0$
	46	1	I	
Феноли, мкг/дм ³	6 – 13	6	IV	
	10	6	IV	

Примітка:

1. Для розрахунку концентрації іона в мг-екв./дм³ необхідно концентрацію цього іона в мг/дм³ поділити на його еквівалент (наприклад: $\text{HCO}_3^- - 245 \text{ мг/дм}^3 = 245/61,02 = 4,02 \text{ мг-екв./дм}^3$).
2. Еквіваленти головних іонів знаходяться на стор.28.

На етапі визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта в цілому обчислюємо інтегральний або екологічний індекс для середніх і для найгірших значень категорій окремо. За формулою (1.1) середнє значення інтегрального індексу становить $(2+3,8+4,8) / 3 = 10,6 / 3 = 3,5$, найгірше – 7. Це відповідає субкатегоріям 3–4 та 7.

За **середніми** значеннями показників вода р. Дунай біля м. Кілія згідно з таблицею 1.1 за ступенем мінералізації оцінювалась як (409<500) прісна (гіпогалінна). Вид води за співвідношенням між іонами в еквівалентах – гідрокарбонатний клас ($\text{HCO}_3^-=3,24 > \text{SO}_4^{2-}=1,47 > \text{Cl}^-=0,96$), група кальцію ($\text{Ca}^{2+}=2,14 > \text{Mg}^{2+}=1,11 > \text{Na}^++\text{K}^+=1,07$), тип другий ($\text{HCO}_3^-=3,24 < \text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}=3,25 < \text{HCO}_3^-+\text{SO}_4^{2-}=4,71$) – **С^{Ca}_{II}**.

За компонентами сольового складу вода належить до другої категорії і другого класу. Тому вода має клас якості – “добра”, категорію якості – “дуже добра” за її станом (табл. 1.9). Вона також має клас і категорію якості – „чиста” за ступенем її чистоти (забрудненості).

Трофо–сапробіологічна характеристика дозволяє оцінити якість води за середніми величинами показників з субкатегорією 4(3) як “задовільну” за станом (згідно з категорією і класом), або “слабко забруднену” (згідно з категорією) і “забруднену” (згідно з класом) за ступенем її чистоти (забрудненості).

Одночасно з цим за середніми значеннями завислих речовин і фосфатів вода відносилась до 7 категорії і V класу (“дуже погана” за станом і “дуже брудна” за ступенем чистоти).

Середні значення специфічних показників токсичної дії характеризували якість води за допомогою блокового індексу 4,8 або

відповідної 5(4) субкатегорії якості води. Це відповідає “посередній” категорії і “задовільному” класу за станом вод. Крім того, вода є “помірно забрудненою” (категорія) і “забрудненою” (клас) за ступенем її чистоти.

Треба відзначити, що за середніми показниками хрому вода мала категорію і клас “дуже погані” за станом, а також “дуже брудні” за ступенем її чистоти. Вона також була забруднена фенолами.

За **максимальними значеннями** показників вода оцінюється як прісна, олігогалинна (табл. 1.1), сульфатно–гідрокарбонатного класу, натрієво–калієвої групи, другого типу (табл.1.2) – SC^{N+K}_{II} .

За компонентами сольового складу (5,0) вода має категорію “посередня” і клас “задовільна” відповідно стану, а також категорію “помірно забруднена” і клас “забруднена” відповідно ступеню чистоти.

Трофо–сапробіологічна оцінка за блоковим індексом (7,0) відповідає категорії і класу “дуже погана” за станом і “дуже брудна” за ступенем чистоти (табл. 1.9). Аналогічні характеристики має вода за такими показниками як завислі речовини, прозорість, нітриту, біхроматна окислюваність та фосфор фосфатів.

За найбільшими значеннями специфічних показників токсичної дії вода належала до категорії і класу “дуже погані” за станом і “дуже брудні” за ступенем чистоти (табл. 1.9). Аналогічні характеристики має вода за таким показником як хром.

За **інтегральним екологічним** індексом вода має: по середніх показниках – категорію і клас “задовільна” за станом та категорію “слабко забруднена” і клас “забруднена” за ступенем чистоти; по найгірших показниках – категорію і клас “дуже погана” за станом і “дуже брудна” за ступенем чистоти (табл. 1.9).

У табл. 4.2 наведені показники, які мають шосту і сьому категорії якості.

Таблиця 3.2 - Показники, які мають категорію не менш ніж 6

№	Показники	Категорія
Трофо–сапробіологічні		
1	Завислі речовини	7
2	Прозорість	7
3	Нітриту	7
4	Нітрати	6
5	Біхроматна окислюваність	7
6	Фосфор фосфатів	7
Специфічні речовини токсичної дії		
7	Хром	7
8	Нафтопродукти	6
9	Феноли	6

Перелік ГДК речовин у воді водних об'єктів, які використовуються у рибогосподарських цілях наведені в табл.3.3.

Таблиця 3.3 – ГДК деяких забруднювальних речовин у водних об'єктах рибогосподарського призначення.

№п/п	Речовина	ЛОШ	ГДК, мг/дм ³
1	Аміак	токсикологічна	0,05
2	Амоній сольовий	токсикологічна	0,5 (0,39)
3	Анілін	токсикологічна	0,0001
4	Бензол	токсикологічна	0,5
5	Кальцій	саніт.-токсикол.	180,0
6	Магній	саніт.-токсикол.	40,0
7	Нафтопродукти	рибогосподарська	0,05
8	Нікель	токсикологічна	0,01
9	Нітрати (по азоту)	саніт.-токсикол.	40,0 (9,10)
10	Нітрити (по азоту)	токсикологічна	0,08 (0,02)
11	Свинець	токсикологічна	0,1
12	Сульфати	саніт.-токсикол.	100,0
13	Феноли	рибогосподарська	0,001
14	Хлориди	саніт.-токсикол.	300,0
15	Хром (6+)	саніт.-токсикол.	0,001
16	Цинк	токсикологічна	0,01

3.2 Приклад оцінки якості вод по методиці ОДЕКУ

Узагальнений індекс якості води в р. Дунай – м. Кілія за формулою (2.3) складає (табл. 3.4)

$$I_{EK} = \{0,58+3,32+2,57+12,58+85,06\}/5 = 20,8.$$

Таким чином, за методикою ОДЕКУ вода у створі, який розглядається, відноситься (табл. 2.1) до **7** категорії і характеризується як **дуже брудна**.

Таблиця 3.4– Комплексна оцінка якості вод за методикою ОДЕКУ

Показник	Значення (C _i), мг/дм ³	Гранична норма (ГДК _i)	C _i /ГДК _i	I _j
Мінералізація, мг/дм ³	409	1000	0,409	I ₁ = 0,58
Трофо–сапробіологічні (еколого–санітарні) показники				
Завислі речовини, мг/дм ³	162	20	8,1	I ₂ = (8,1+ +3,0+0,94+ +0,60+1,59+1,42 +7,6)/7=
Прозорість, м	0,2	0,6	3,0	
pH	7,96	6,5-8,5	0,94	

Розчинений кисень, мг/дм ³	10,0	6,0	0,60	$=23,25/7= \mathbf{3,32}$
Біхроматна окисл., мг/дм ³	39,8	25,0	1,59	
БСК ₅ , мг/дм ³	4,25	3,0	1,42	
Фосфати	0,38	0,05	7,60	
Показники з токсикологічною ЛОШ				
Амоній, мг/дм ³	0,05	0,39	0,13	$I_3 = (0,13+1,85+0,13+0,46) = \mathbf{2,57}$
Нітрити, мг/дм ³	0,037	0,02	1,85	
СПАР, мг/дм ³	0,06	0,50	0,13	
Залізо, мг/дм ³	0,046	0,10	0,46	
Показники з рибогосподарською ЛОШ				
Феноли, мг/дм ³	0,01	0,001	<u>10</u>	$I_4 = (10+2,58) = \mathbf{12,58}$
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,129	0,05	2,58	
Показники з санітарно-токсикологічною ЛОШ				
Нітрати, мг/дм ³	0,09	9,1	0,01	$I_5 = (0,01+83,0+0,28+0,66+0,24+0,35+0,4+0,41) = \mathbf{85,06}$
Хром (6+), мг/дм ³	0,08	0,001	<u>83,0</u>	
Натрій, мг/дм ³	33,2	120	0,28	
Калій, мг/дм ³	33,2	50,0	0,66	
Кальцій, мг/дм ³	42,9	180	0,24	
Магній, мг/дм ³	13,9	40,0	0,35	
Хлориди, мг/дм ³	33,9	300	0,4	
Сульфати, мг/дм ³	41	100	0,41	

Отримана характеристика якості води (категорія **7– дуже брудна**) суттєво відрізняється від методики [1] (категорія **4 – слабо забруднена**).

3.3 Завдання для самостійної роботи

1. За одним з варіантів у таблицях Додатків виконати екологічну оцінку якості вод за відповідними категоріями та по методиці ОДЕКУ.
2. Надати оцінку якості води для рибогосподарського використання.
3. Побудувати графіки зміни забруднюючих речовин у часі, які мають категорію не менш 6.
4. Скласти висновок.
5. Роботу акуратно оформити для захисту.

ДОДАТКИ

Варіант 6. Вихідна інформація (оз.Катлабух, 1996 рік)

Характеристика	Дата								
	15,01	17,04	28,05	2,07	5,07	6,08	3,09	1,11	18,11
Мінералізація, мг/дм ³	1466	1884	1345	1315	1218	1274	2258	1661	1397
Гідрокарбонати, мг/дм ³	225	304	219,7	183	198	172,7	396,6	275,2	204,4
Сульфати, мг/дм ³	595	773	411	481	427	212	505	513	497
Хлориди, мг/дм ³	239	280	227	227	213	221	371	443	248
Кальцій, мг/дм ³	95	102,7	77,8	58,1	80	60,1	127,7	85	78,2
Магній, мг/дм ³	112	185	83	77,8	88	70,6	143,4	143	81,5
Натрій+калій, мг/дм ³	200								
Прозорість, см	16	16	8	5	15,2	5	11	16	10
Лужність, мг-екв/дм ³	5,7	5,9	3,6	3	3,7	2,83	6,5	5,8	3,35
Жорсткість, мг-екв/дм ³	14	17,75	10,7	9,3	10	8,8	8,16	15	10,6
Запах, бали	0	1	0	0	3	0	0	1	0
Температура, гр.С	7,2	12	14	20,5	22	24	25	22	12
Колір, градус	33	40	47	55	50	45	50	40	18
Кислотність, мг/дм ³	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5
Окислюваність, мг /дм ³	22,4	17,6	23,5	35	44	21	11,28	10,4	8,08
Завислі речовини, мг/дм ³	10	62	2,4	38,4	80	54,6	14,2	72	36
Водневий показник, од.рН	7,75	7,96	8,35	8,05	8,08	8,72	8,22	7,85	8,37
Фосфати, мг/дм ³	0,082	0,272	0,09	0,1	0,32	0,14	0,055	0,412	0,068
Розчин.кисень, мгО ₂ /дм ³	11,057	8,19	7,16	7,3	1	7,6	16,9	0,9	10,7
Біхром.окислюваність(ХСК), мгО ₂ /дм ³	---	---	67,3	70,15	---	95,9	100,8	---	66
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	3,12	1,04	4,52	6	0,39	12,8	16,1	0,91	3,2
Азот амонійний (NH ₄ ⁺), мг/дм ³	0	0	0,424	0,545	0	0,261	0,433	0,19	0,433
Азот нітритний (NO ₂ ⁻), мг/дм ³	0,12	0,5	0,015	0,0026	0	0,007	0,045	0,2	0,008
Азот нітратний (NO ₃ ⁻), мг/дм ³	1	5,2	0,09	0,08	0	0,1	0,96	2,5	0,46
Залізо, мг/дм ³	0	0	0,112	0,012	0,12	0,091	0,062	0,05	0,07
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,027	0,038	0,014	0,037	0,0223	0,025	0,004	0,06	0,013
Феноли, мкг/дм ³	---	---	---	0,001	0,0043	0,0024	0,005	---	0,0014
СПАР, мг/дм ³	0,27	0,1	0,23	0,11	0,58	0,31	0,08	0,05	0,064
Мідь, мг/дм ³	0	0,02	0,015	0,1	0,15	0,08	0	0,02	0,01
Нікель, мг/дм ³	0	0,02	0,06	0,1	0	0,03	0,03	0,01	0
Хром (Cr ⁴⁺), мг/дм ³	0	0	0,0048	0,0048	0	0,0061	0,0032	0	0,0011

Варіант 7. Вихідна інформація (оз.Катлабух, 1998 рік)

Характеристика	21,01	2,02	30,02	10,03	7,04	13,05	16,06	7,07	11,08	10,11
Мінералізація, мг/дм ³	1571	1755	1051	2565	1833	1857	1952	1920	2051	1975
Гідрокарбонати, мг/дм ³	234,9	240	254,1	262,1	226	206,1	241	208	198	225
Сульфати, мг/дм ³	567	778	552	1138	740	767	777	753	832	803
Кальцій, мг/дм ³	102,2	90	102,1	159,1	108,2	80,1	90,1	74,2	90,1	96
Магній, мг/дм ³	130,1	128	115,5	168,5	126,5	121,6	107	110,7	121,6	132
Натрій+калій, мг/дм ³	219,8									
Прозорість, см	14	18	18	5	3	5	10	3	6	27
Лужність, мг-екв/дм ³	3,85	4,5	4,2	4,8	3,7	3,4	3,95	3,4	3,25	3,68
Жорсткість, мг-екв/дм ³	15,8	14,5	14,6	21,8	15,8	14	13,3	12,8	14,8	15,5
Запах, бали	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Температура, гр.С	2	3	3	6	9	20	26	20	26	6
Колір, градус	27	25	40	22	35	55	35	40	65	25
Окислюваність, мг /дм ³	11,7	20	5,2	9,44	10,8	13,1	14,4	16,4	9,6	8,96
Завислі речовини, мг/дм ³	12,3	12,2	6,2	20,8	21	6,9	4,4	4,1	2,8	15,1
Водневий показник, од. рН	8,47	8,35	8,52	8,04	8,64	8,98	8,62	9,24	8,56	8,37
Фосфати, мг/дм ³	0,04	0,28	0,006	0,03	0,042	0,108	0,09	0,128	0,038	0,036
Розчин.кисень, мгО ₂ /дм ³	8,3	7,7	8,5	9,3	10,1	13,3	11,4	16,9	9,87	10,2
Біхром.окислюваність (ХСК), мгО ₂ /дм ³	84,5	89,3	98,1	71,4	65,4	100	95	69	80	77,1
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	5,47	1,69	6,7	2,96	3,64	12,83	7,04	12,1	6,74	3,85
Азот амонійний (NH ₄ ⁺), мг/дм ³	0,109	0	0,244	0,303	0,456	0,28	0,45	0,53	0,34	0,27
Азот нітритний (NO ₂ ⁻), мг/дм ³	0,005	0,242	0,011	0,027	0,01	0,004	0,005	0,002	0,001	0,007
Азот нітратний (NO ₃ ⁻), мг/дм ³	1,39	1	0,2	0,4	0,51	0,27	0,106	0,12	0,38	0,263
Залізо, мг/дм ³	0,4	0,08	0,056	0,008	0,014	0,028	0,062	0,022	0,05	0,016
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,011	0,012	0,013	0,015	0,011	0,016	0,015	0,025	0,018	0,011
Феноли, мкг/дм ³	0,0099	0,0025	0,0017	0,0012	0,0018	0,0033	0,0015	0,002	0,0011	0,0015
СПАР, мг/дм ³	0,11	0,118	0,127	0,083	0,095	0,172	0,092	0,243	0,232	0,15
Мідь, мг/дм ³	0,002	0,02	---	---	---	0,003	0,002	0,001	0,002	---
Хлориди, мг/дм ³	317	280	307	404	323	378	354	361	385	280
Хром (Cr ⁴⁺), мг/дм ³	0,0025	0,0024	0,0021	---	0,0012	0,0014	0,0008	0,003	0,0021	0,0012

Варіант 8. Вихідна інформація (оз.Катлабух, 2003 рік)

Характеристика	12,02	22,04	10,06	24,07	15,08	5,09	9,10	7,11
Мінералізація, мг/дм ³	1650	1933	2323	2742	2199	2860	2507	2445
Гідрокарбонати, мг/дм ³	196,4							
Сульфати, мг/дм ³	720	805,6	967,4	1222	888	1233	1005	956
Хлориди , мг/дм ³	254,2	323,5	488,7	491,3	415,3	533	477,7	469,2
Кальцій, мг/дм ³	88,3	96	55,6	85,1	59,1	82,1	97,9	89,3
Магній, мг/дм ³	125,9	128,8	159,8	200	158,7	203,1	164,3	174,5
Натрій+калій, мг/дм ³	265,2	354,9	510,5	545,9	448,9	588	505,4	521,1
Прозорість, см	14	11,5	7,5	18,5	21	19,5	5	15
Лужність, мг-екв/дм ³	3,21	3,68	2,33	3,25	3,76	3,62	4,22	3,87
Жорсткість, мг-екв/дм ³	14,76	15,38	15,83	20,7	16,2	20,8	18,4	16,5
Температура, гр.С	2	11	26	30	22	22	18	14
Колір, градус	43	22	26	35	22	23	20	26
Завислі речовини, мг/дм ³	33,6	43,1	57,9	15,1	18,5	3,7	45	23
Водневий показник, од. рН	8,57	8,85	9,35	8,99	8,93	8,67	8,5	8,77
Фосфати, мг/дм ³	0,166	0,01	0,007	0,021	0,002	0,041	0,014	0,011
Розчин.кисень, мгО ₂ /дм ³	16,2	14,3	10,1	12,2	11,8	10,5	9,8	8,8
Біхром.окислюваність (ХСК), мгО ₂ /дм ³	68,3	89,8	125,9	126,5	77,1	92,8	102,3	91,5
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	7,7	6	4,54	5,26	1,2	4,26	8,86	7,3
Азот амонійний (NH ₄ ⁺), мг/дм ³	0,227	0,183	0,303	0,286	0,247	0,290	0,301	0,265
Азот нітритний (NO ₂ ⁻), мг/дм ³	0,032	0,001	0,004	0,01	0,004	0,003	0,008	0,005
Азот нітратний (NO ₃ ⁻), мг/дм ³	0,26	0,21	0,25	0,113	0,167	0,25	0,42	0,37
Залізо, мг/дм ³	0,08	0,034	0,096	0,064	0,07	0,044	0,09	0,064
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,105	0,04	0,025	0,01	0,016	0,013	0,041	0,036
Феноли, мкг/дм ³	0,013	0,002	0,001	0,001	0,018	0,0003	0,001	0,0005
СПАР, мг/дм ³	---	---	0,125	0,233	0,397	0,275	---	0,178
Мідь, мг/дм ³	0,012	0,006	0,003	0,002	---	---	0,002	0,001
Хром (Cr ⁴⁺), мг/дм ³	0,001	0,0005	0,0003	0,001	0,0003	---	0,001	0,001

