

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та охорони довкілля

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: «Оцінка якості джерел централізованого водопостачання на
прикладі річки Південний Буг»

Виконав студент групи Е-41
спеціальності 101 – Екологія
Артвіх Юлія Олександрівна

Керівник к.т.н., доцент
Юрасов Сергій Миколайович

Рецензент к. геогр. н., доцент
Гриб Олег Миколайович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та охорони довкілля
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 101 - Екологія
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри екології
та охорони довкілля
Сафранов Т.А.
22 квітня 2021 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студенту(ці) Артвіх Юлії Олександрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оцінка якості джерел централізованого водопостачання на прикладі річки Південний Буг

керівник роботи к.т.н, доцент Юрасов Сергій Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від 18 грудня 2020 року № 254-«С»

2. Строк подання студентом роботи 11 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Дані досліджень ГП "ЧорноморНДІпроект", нормативна та технічна література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: загальна характеристика річки Південний Буг; статистична обробка результатів спостережень за якістю води; аналіз методів оцінки якості водних об'єктів як джерел централізованого водопостачання (санітарні норми (СанПіН-4630-88), ГОСТ 2761-84, ДСТУ 4808:2007, стандарти ЄС), оцінка якості води Південного Бугу за різними методами; аналіз результатів дослідження; висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): емпіричний розподіл у часі значень показників якості вод

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Немає		

7. Дата видачі завдання 22 квітня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Характеристика водного об'єкта (фізико-географічна, кліматичні умови, гідролого- та гідрохімічний режим)</i>	22.04.21-30.04.21	95	5 (відмінно)
2	<i>Статистична обробка результатів спостережень за гідрохімічним режимом</i>	01.05.21-10.05.21	95	5 (відмінно)
	Рубіжна атестація	11.05.21-15.05.21	95	5 (відмінно)
3	<i>Аналіз методик оцінки якості вод господарсько-питного призначення за СанПиН-4630-88; ГОСТ 2761-84, ДСТУ 4808:2007 і за нормами країн ЕС</i>	16.05.21-21.05.21	95	5 (відмінно)
4	<i>Оцінка якості вод р. Південний Буг за різними вітчизняними методиками, оцінка якості вод р. Південний Буг за різними вітчизняними методиками з врахуванням вимог норм країн УС</i>	22.05.21-31.05.21	95	5 (відмінно)
5	<i>Аналіз результатів досліджень. Висновки по роботі.</i>	01.06.21-06.06.21	95	5 (відмінно)
6	<i>Підготовка заключної версії дипломного проекту та графіки для попереднього захисту</i>	07.06.21-11.06.21	95	5 (відмінно)
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		95,0	5 (відмінно)

Студентка _____
(підпис)Арвіх Ю.О.
(прізвище та ініціали)Керівник роботи _____
(підпис)Юрасов Сергій Миколайович
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Артвіх Ю.О. «Оцінка якості джерел централізованого водопостачання на прикладі річки Південний Буг»

Актуальність теми дослідження. Забезпечення населення питною водою є актуальною проблемою всього світу. Територія нашої країни не є виключенням. Поверхневі води суші, використовувані для централізованого водопостачання, знаходяться під дуже великим антропогенним впливом, в результаті якого істотно змінюється природний стан цих вод. Антропогенні зміни обмежують можливість використання окремих об'єктів для потреб людини. В таких обставинах дуже важлива і актуальна об'єктивна інформація про стан водних об'єктів.

У нормативному документі ДСТУ 4808:2007 представлена методика, заснована на визначенні узагальненого класу води шляхом усереднювання класів якості за окремими показниками. Такий підхід до оцінки стану водного об'єкту для питних потреб людини є сумнівним.

Метою роботи є зіставлення оцінок якості вод річки Південний Буг в районі міста Первомайськ як джерела централізованого водопостачання за різними методиками і розробка пропозицій вдосконалення оцінки якості вод за ДСТУ 4808:2007.

Для досягнення поставленої мети вирішені *завдання*: викладені загальні положення оцінки якості вод за санітарними нормами і ДСТУ 4808:2007; викладені загальні положення оцінки якості вод за нормами країн ЄС; виконана оцінка якості води р. Південний Буг за різними методиками і аналіз результатів; за отриманими результатами зроблено пропозиції вдосконалення оцінки якості вод за ДСТУ 4808:2007; складено висновки.

Об'єкт дослідження – якість вод Південного Бугу в районі м. Первомайськ.

Предмет дослідження – оцінка якості вод Південного Бугу як джерела централізованого водопостачання.

Матеріали дослідження. При виконанні кваліфікаційної роботи були використані дані досліджень СЕС, нормативна та технічна література.

Результати дослідження. Відповідно до ДСТУ 4808:2007 води р. Південний Буг відносяться до 2-го класу з характеристикою «хороші, чисті», що не відповідає дійсному стану вод. Причиною цього є використання середніх значень показників за попередній період часу, усереднення значень індексів якості за окремими показниками при розрахунку значення інтегрального індексу. Усунути цей недолік представляється можливим при корегуванні алгоритму розрахунку інтегрального індексу: використовувати значення показників з 10% забезпеченістю; блокові індекси визначати за найгіршими значеннями індексів усередині блоків.

Структура і обсяг роботи. Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань – 18 найменувань, додатку. Робота містить 4 рисунка і 17 таблиць. Загальний обсяг роботи – 60 сторінок.

Ключові слова: якість вод, водний об'єкт, санітарні норми, централізоване водопостачання, оцінка якості вод.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	6
ВСТУП	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ ЮЖНІЙ БУГ	9
1.1 Природні умови	9
1.2 Кліматична характеристика	11
1.3 Гідрологічний режим	13
1.4 Гідрохімічний режим	14
2 СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ	20
2.1 Розрахунок фонових значень показників якості вод	20
2.2 Оцінка параметрів законів розподілу показників якості вод	26
3 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОД ДЛЯ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ	30
3.1 СанПиН – 4630–88 и ГОСТ 2761-84	30
3.2 ДСТУ 4808:2007	37
3.3 Норми якості вод країн ЄС	44
4 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД Р. ПІВДЕННИЙ БУГ	48
4.1 Оцінка за СанПиН 4630-88 и ГОСТ 2761-84	48
4.2 Оцінка за ДСТУ 4808:2007	50
4.3 Оцінка відповідно до норм країн ЄС	51
4.4 Аналіз результатів досліджень і рекомендації за оцінкою якості вод	53
ВИСНОВКИ	56
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	58
ДОДАТОК А. Класифікація якості поверхневих вод – джерел питного водопостачання за гігієнічними і екологічними критеріями	61

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ
І ТЕРМІНІВ

ГОСТ – Государственный стандарт;
ДСТУ – Державний стандарт Ураїни;
ЄС – Європейське Співтовариство;
тис. – тисяч;
ГЕС – гідроелектростанція;
ТЕС – теплоелектростанція;
млн. – мільйон;
АЕС – атомна електростанція;
екз. – екземпляр;
екв. – еквівалент;
БСК – біохімічне споживання кисню у воді;
рН – показник концентрації іонів водню;
СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини;
ХСК – хімічне споживання кисню у воді;
т. п. – тому подібне;
ЛКП – лактозопозитивні кишкові палички;
од.вим. – одиниця вимірювання;
ЛОШ – лімітуюча ознака шкідливості;
ГДК – гранично допустима концентрація;
сан.-токс. – санітарно-токсикологічний;
органолепт. – органолептичний;
общесанит. – загальносанітарний.

ВСТУП

Забезпечення населення питною водою є актуальною проблемою всього світу, а також на території нашої країни. Поверхневі води суші, використовувані для централізованого водопостачання, знаходяться під дуже великим антропогенним впливом, в результаті якого істотно змінений природний стан цих вод. Такі антропогенні зміни обмежують можливість використання окремих об'єктів для потреб людини. В таких обставинах дуже важлива і актуальна об'єктивна інформація про стан водних об'єктів.

Основним методом оцінки якості вод для потреб людини є детальний метод. Цим методом виконують оцінку якості вод за санітарними нормами. Класифікація водних об'єктів, як джерел централізованого водопостачання, в ГОСТ 2761-84 також заснована на детальному аналізі значень показників якості вод в класифікаторові з подальшим визначенням узагальненого класу якості за показником з якнайгіршим значенням. У нормативному документі ДСТУ 4808:2007 представлена методика, заснована на визначенні узагальненого класу води шляхом усереднювання класів якості за окремими показниками. Такий підхід до оцінки стану водного об'єкту є сумнівним.

Метою дипломного проекту є зіставлення оцінок якості вод річки Південний Буг в районі міста Первомайськ як джерела централізованого водопостачання за санітарними нормами і ДСТУ 4808:2007. *Об'єкт дослідження* – якість вод Південного Бугу в районі м. Первомайськ.

Об'єкт дослідження – якість вод Південного Бугу в районі м. Первомайськ.

Предмет дослідження – оцінка якості вод Південного Бугу як джерела централізованого водопостачання.

Матеріали дослідження. При виконанні кваліфікаційної роботи були використані дані досліджень СЕС, нормативна та технічна література.

При виконанні дипломного проекту вирішені наступні завдання:

- дана фізико-географіческая характеристика р. Південний Буг;

- зібрані дані про кліматичні умови в районі м. Первомайськ;
- зібрані і оброблені дані по гідрологічному і гідрохімічному режимам р. Південний Буг в районі м. Первомайськ;
- викладені загальні положення оцінки якості вод за санітарними нормами і ДСТУ 4808:2007;
- викладені загальні положення оцінки якості вод за нормами країн ЄС;
- виконана оцінка якості води р. Південний Буг за різними методиками і аналіз результатів;
- зроблені висновки.

Структура і обсяг роботи. Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань – 18 найменувань, додатку. Робота містить 4 рисунка і 17 таблиць. Загальний обсяг роботи – 60 сторінок.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

1.1 Природні умови

Південний Буг – найкрупніша річка (довжина 806 км.) України, басейн якої (площа водозбору – 63700 км²) повністю розташований в межах країни [1]. Витік Південного Буга розташований у с. Холодець на Волино-Подільській піднесеності (висота витіку – 321 м), середня частина басейну – в межах Придніпровської піднесеності (середній нахил русла – 40 см/км), а в нижній течії долина річки прорізає Причорноморську низовину і впадає в Бугський лиман, сполучений через Дніпровський лиман з Чорним морем.

Звичайна ширина долини Південного Буга у верхній і середній течії не перевищує 1-2 км, глибина складає від 0,2 до 2,5 м, річка має рівнинний характер. Нижче за м. Первомайськ річка переходить від Придніпровської піднесеності до Причорноморської низовини і зовнішність її долини різко змінюється. Вона поступово звужується (до 200-300 м) і зростає висота гранітних берегів і нахил русла. Нижче за притоку Іква річка приймає гірський характер, порожисте русло шириною 60-80 м, закладене в кристалічних породах, має середню глибину 2,5 м. У 62-х км нижче за течією від м. Первомайськ Південний Буг знов набуває рівнинного характеру, русло річки розширюється спочатку до 150 м. Нижче за течією від с. Олександрівка зменшується нахил русла річки і висота берегів, а ширина долини зростає до 3-3,5 км і місцями з'являється заплава. У Новій Одесі річка поступово переходить в Бугський лиман, ширина акваторії якого зростає від 1-1,5 км (у с. Гурьевка) до 2-3 км (м. Миколаїв), а максимальна глибина в нижній течії досягає 5-6 м.

Особливістю Південного Буга є майже повна відсутність крупних приток. Численні притоки, більшість з яких відноситься до категорії дуже малих, мають протяжність менше 25 км. Основні притоки річки мають протяжність понад 100 км. Найбільший з них за площею водозбору – річка

Синюха (16,7 тис. км²), до Південного Буга впадає на території м. Первомайськ і в місці їх злиття водність складає близько 60% всього басейну. Серед інших приток за протяжністю виділяється 354-км річка Інгул (площа басейну – 9,89 тис.км²), що впадає в Бугський лиман в межах м. Миколаїв. У формуванні річного стоку Південного Буга на долю цих приток доводиться відповідно 0,96 і 0,29 км³.

Відмітною особливістю басейну Південного Буга, що виділяє його серед інших крупних річок, є значна зарегульованість стоку – в басейні річки створено 197 водосховищ і майже 7 тисяч ставків, сумарний об'єм яких наближається до 1,5 км³. Близько 40% цього об'єму складає ємкість чотирьох основних водосховищ.

Південний Буг відноситься до річок, стік яких використовується в багатьох господарських сферах. Основними водокористувачами є гідроенергетика, промислове і комунальне водопостачання, зрошення.

Численні водосховища басейну Південного Буга, що забезпечують роботу малих ГЕС, є водоймищами-охолоджувачами для розташованих біля них ТЕС. Серед крупних водогосподарських об'єктів на Південному Бугу виділяється Ладжінське водосховище, створене в 1964 році у Вінницькій області і має комплексне призначення – служить водоймищем-охолоджувачем Ладжінської ТЕС і використовується для роботи однойменної ГЕС. При підпірному рівні 177,0 м водосховище має повний об'єм 150,8 млн. м³, площу 20,8 км² і довжину до 45 км. Серед інших водосховищ Південного Буга своїми розмірами виділяється Щедрівське (повний об'єм 30,1 млн. м³), а найбільшими водосховищами на притоках є Ташликське, що служить водоймищем-охолоджувачем Південно-Української АЕС (повний об'єм 86,0 млн. м³) і Софіївське на річці Інгул (повний об'єм 36,0 млн. м³).

Окрім гідроенергетики, стік Південного Буга використовується в комунальному господарстві і в різних галузях промисловості. Основний споживач води – промисловість (79% загального об'єму споживання, при цьому тільки одна Південно-Українська АЕС споживає щорічно 40 млн. м³),

на другому місці комунальне господарство (12%). Відбір води на комунальні і господарські потреби складає близько 60 млн. м³/год. З урахуванням решти водоспоживачів – рибного і сільського господарства, санітарних пропусків, загальні витрати на водоспоживання в басейні Південного Буга складають близько 1600 млн. м³.

Частка води, споживаної на зрошування, останніми роками стала мінімальною. Зрошування в басейні Південного Буга не придбало широкого розвитку, а найбільшою зрошувальною системою є Південно-Бугська.

Річка судноплавна на 156 км (від м. Вознесенськ). Усереднена тривалість навігації приблизно 270 днів – з середини березня до грудня. Основні пристані: Вознесенськ, Нова Одеса і Миколаїв (у нижній течії).

Важливе значення Південного Буга як джерела рибних запасів. У нижній течії річки і в Дніпровсько-Бузькому лимані розвинений промисловий лов риби, в основному судака, ляща, осетрових, сома і інші.

1.2 Кліматична характеристика

Як і на більшій частині території правобережного лісостепу України, клімат басейну Південного Буга помірно континентальний. Для нього характерні тривале, нежарке літо з достатньою кількістю вологи, порівняно коротка, нестрога зима [2].

За своїм географічному положенню територія знаходиться у сфері впливу насичених вологою повітряних мас, що йдуть з Атлантичного океану, і периферичної частини сибірського (азіатського) антициклону, для якого типовими є сухі, холодні континентальні повітряні маси. На клімат регіону впливають також повітряні маси з Арктики і Середземномор'я.

Басейн Південного Буга, як і вся Україна, розташований в помірному поясі. У літній час на території переважають вологі вітри західного і північно-західного румбів. Вони більше всього впливають на кліматичні умови районів, розташованих на північний захід від лінії Могильов-

Подільський-Гайсин.

Найхолоднішим місяцем по всій області є січень, найтеплішим – липень. Середні амплітуди коливань температури протягом року не перевищують 25°C. У окремі дні взимку температура знижується навіть до -32°C ... -38°C. Влітку підвищується іноді до +37°C.

Максимум опадів доводиться на травень-липень (130-170 мм). Найменш вологими є зимові місяці. У грудні-лютому випадає від 65 до 80 мм. Річні суми опадів складають 440-590 мм. На холодний період року доводиться 20-25% річної суми опадів. Найбільша кількість опадів випадає на північному заході області.

Перехід від одного часу року до іншого відбувається поступово. Стійкий перехід середньої добової температури через 0°C є початком весни на території області. Це найчастіше буває в другій декаді березня. Весна триває близько двох місяців. Характерними рисами весни є інтенсивне підвищення вдень температури, завдяки чому сходять стійкий сніжний покрив, відтає ґрунт, посилюється випаровування. У квітні середня температура повітря о 13 годині досягає +10°C ... +13°C. Перехід середньої добової температури повітря через +5°C відбувається в першій декаді квітня, а через +10°C – в кінці третьої декади.

Встановлення теплої погоди і припинення нічних заморозків – такі умови переходу весни до літа. Літо триває з другої половини травня до першої половини вересня. В цей же час випадає найбільше дощів, переважно у вигляді злив. Кількість днів з осіданнями поступово зменшується з наближенням осені. Температура повітря о 13 годині досягає в травні +18°C ... +20°C, у червні-серпні +21°C ... +25°C. Літні максимальні температури досягають в липні і серпні +35°C ... +39°C.

Осінь настає з переходом середньої добової температури повітря через +10°C у бік зниження. Перед цим близько місяця спостерігається тепла погода. Настання осені (перша декада жовтня) супроводжується заморожуваннями, загальним зниженням температури, зменшенням кількості

опадів.

На початок зими коштує нестійка погода, морозні дні змінюються відлигою, не раз виходить і сходить сніжний покрив. Відлига під час зими є характерною для північних районів, а температура повітря іноді підвищується до $+10^{\circ}\text{C}$... $+13^{\circ}\text{C}$. Найхолодніші місяці січень і лютий.

Північно-західні райони характеризуються тривалішою зимою, коротким прохолодним літом, великою кількістю опадів і їх рівномірним розподілом протягом року, порівняно меншими річними амплітудами температур, інтенсивною хмарністю і вітрами північно-західних румбів.

Південні райони області випробовують значний вплив континентальних повітряних мас. Осідання випадають переважно на початку літа, переважно у вигляді злив. Вітри південно-східного напрямку приносять в ці райони різке похолодання взимку і засуху влітку.

1.3 Гідрологічний режим

Основне живлення річок в басейні Південного Буга снігове (у верхній течії річки – близько 50%, у нижній – до 80%) і дощове, а також за рахунок підземного стоку. Повінь з кінця лютого до початку травня, межень з червня по лютий, паводки рідкісні [3].

Замерзає майже регулярно в грудні-лютому, розкривається до середини березня. Льодовий режим не постійний, часто взимку спостерігається повторне танення і замерзання. У нижній частині в інші теплі зими льодоставу зовсім не буває.

Гідрологічний режим Південного Буга добре вивчений завдяки десятку розташованих на річці водних постів, спостереження на яких велися з незначними перервами з 1914 року. За даними багаторічних досліджень середня річна витрата води на водному посту Александрівка складає $89,0 \text{ м}^3/\text{с}$, а річне значення стоку – $2,81 \text{ км}^3$. Найбільша середня річна витрата спостерігалася в 1980 р. ($188 \text{ м}^3/\text{с}$), найменший – в 1921 році ($28,0 \text{ м}^3/\text{с}$).

Абсолютний максимум витрати води в Південному Буге встановлений 8 квітня 1932 р. ($5320 \text{ м}^3/\text{с}$), а мінімум – 24 лютого 1954 року ($2,60 \text{ м}^3/\text{с}$).

Стік річки характеризується значною мінливістю. Середня витрата води (у 132 км від гирла) біля с. Олександрівка $90 \text{ м}^3/\text{сек}$ (найбільший – $5320 \text{ м}^3/\text{сек}$, найменший – $2,6 \text{ м}^3/\text{сек}$). Частка весняного стоку складає 61% від річного, 9% від літнього, 12% від осіннього, 18% від зимового. Стік річки штучно практично не сповільнюється, оскільки Південний Буг – одна з небагатьох річок, що не мають (за рідкісним виключенням) загачених дамб, водосховищ, великих ГЕС, жодного каналу – судноплавного або (великого) меліоративного.

На Південному Буге наголошується і значний твердий стік, чому сприяє розчленованість рельєфу і зайнятість значних площ басейну просапними культурами. Точне визначення твердого стоку утруднене із-за його перехоплення в численних ставках і водосховищах.

1.4 Гідрохімічний режим

Річка Південний Буг протікає по двох геоморфологічних областях: у верхній і середній частинах – по Волино-Подільській і Придніпровській піднесеності, в нижній – по Причорноморській низовині [3].

Природні особливості басейну Південного Буга і інтенсивна господарська діяльність в його басейні визначають специфічні характеристики його гідрохімічного режиму. Від сусідніх басейнів Дністра і Дніпра вода в Південному Буге відрізняється високим вмістом солей.

Склад води змінюється за течією річки. У верхній течії в період повені мінералізація води коливається в межах $180\text{-}310 \text{ мг}/\text{дм}^3$ залежно від водності року, жорсткість - в межах $2,3\text{-}3,9 \text{ мг-екв}/\text{дм}^3$. У складі іонів домінують HCO_3 (43-45% екв.) и Ca (35-40% екв.). У межень період на цій ділянці річки мінералізація води досягає $570 \text{ мг}/\text{л}$, жорсткість – $6,9 \text{ мг-екв}/\text{дм}^3$ у складі іонів домінують HCO_3 (43-45% екв.) і Ca (32-35% екв.).

У середній течії в період повені мінералізація води коливається в межах 260-450 мг/дм³, жорсткість – 2,8-3,8 мг-екв/дм³. Відносний зміст іонів НСО₃ – 40-42% екв. і Са – 26-33% екв. У межень період мінералізація досягає 730-800 мг/дм³, жорсткість – 8,4 мг-екв/дм³. Відносний зміст у воді іонів НСО₃ – 40-42% екв., Са – 10-30% екв., Mg – 11-17% екв., Na+ K – 11-16% екв.

У нижній течії в період повені мінералізація коливається в межах 260-620 мг/дм³, жорсткість – 2,8-6,5 мг-екв/дм³. Домінуючими іонами є НСО₃ (40-42% екв.) і Са (26-33% екв.).

Збільшення мінералізації води Південного Буга відбувається унаслідок збільшення концентрації всіх іонів сольового складу. При цьому відносний зміст у воді іонів НСО₃ від повені в межень по довжині річки зменшується від 45 до 39% екв., а іонів Са – від 40 до 19% екв. Це пояснюється надходженням в річку підземних гідрокарбонатних вод кальцієво-магнієво-натрієвого складу з трещиноватих порід кристалічного масиву, що залягають в основі більшої частини басейну Південного Буга.

В середньому Південним Бугом щорічно виноситься 830 тисяч тонн солей.

Скидання промислових і побутових стічних вод в річку надає особливо великий вплив на зміст органічних речовин і біогенних елементів у воді Південного Буга. Найчастіше річка забруднюється промисловими стоками цукрових, спиртних і консервних заводів. Ці забруднення носять сезонний характер. Скидання в річку багатих органічними речовинами стічних вод викликає в різних пунктах річки різке збільшення окислюваності, величини БПК₅, концентрації амонійного азоту. Зміст розчиненого кисню при цьому зменшується до 1,5 мгО/дм³. Висока окислюваність води спостерігається також на ділянках річки поблизу крупних населених пунктів. Так, наприклад, нижче за м. Хмільник часто спостерігається перманганатна окислюваність води 20,0 мгО/дм³, а в с. Лелетки – 56 мгО/дм³.

Вода Південного Буга, завдяки наявності порожистих ділянок,

відрізняється досить високою насиченістю киснем. Разом з тим в Південному Буге порівняльний невеликий зміст органічних речовин і його вода виділяється досить високою жорсткістю, чому сприяють часті виходи вапнякових порід. Концентрації забруднюючих речовин в Південному Буге порівняно невеликі.

Згідно багаторічним спостереженням Гідрометеослужби, та, що окисляється води Південного Буга коливається в межах 3,5-13,5 мгО/дм³, зміст нітратів – від 0 до 3,0 мгNO₃/дм³ і нітриту – від 0 до 0,040 мгNO₂/дм³ (лише іноді до 0,200 мгNO₂/дм³).

Зміст нафтопродуктів у Первомайська складає 0,005 мг/дм³, що значно нижче, ніж в Дунаї або Дніпрі. Це пояснюється відсутністю регулярного судноплавства і промислових підприємств, що забруднюють Південний Буг.

Спостереження за станом вод р. Південний Буг велися лабораторією АЕС в створі, розташованому на відстані 500 м вище за випуск продувочних вод із ставка-охолоджувача. Результати спостережень за період 2008-2010 років приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Середньомісячні значення показників якості води р. Південний Буг (м. Первомайськ) за період 2008-2010 р.р.

№ п/п	Зважені речовини	БСК	рН	Розчинений кисень	Амоній	Нітрит	Залізо	Магній
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6,0	3,2	8,5	13,9	0,42	0,080	0,17	17
2	13,0	3,8	8,4	13,6	0,44	0,080	0,25	36
3	8,3	3,5	8,6	12,6	0,32	0,050	0,24	36
4	14,0	3,4	8,6	12,2	0,35	0,050	0,12	29
5	17,7	5,7	8,6	12,0	0,41	0,010	0,12	39
6	18,0	4,6	8,5	8,1	0,34	0,040	0,16	27
7	17,7	2,2	8,4	8,1	0,30	0,050	0,17	35
8	12,0	3,3	8,5	8,4	0,26	0,030	0,14	35
9	17,6	3,1	8,4	9,6	0,28	0,040	0,18	35
10	19,2	2,8	8,1	10,5	0,25	0,070	0,19	29
11	22,4	4,0	8,1	12,4	0,29	0,050	0,17	31
12	15,6	3,4	8,3	11,0	0,39	0,060	0,17	29
13	16,7	3,6	8,3	14,4	0,25	0,070	0,18	30
14	19,0	4,0	8,1	13,9	0,80	0,100	0,23	33
15	23,0	4,3	8,0	13,7	1,10	0,080	0,20	22
16	30,0	3,9	8,1	14,4	1,39	0,230	0,21	22
17	35,4	3,0	8,3	8,3	0,78	0,130	0,16	27
18	35,6	3,2	8,4	9,8	0,47	0,060	0,25	24
19	21,1	2,8	8,2	8,8	0,55	0,070	0,18	22
20	21,0	3,0	8,4	9,4	0,28	0,060	0,20	22
21	20,5	3,7	8,2	11,6	0,40	0,070	0,16	21
22	21,8	3,1	8,0	11,8	0,35	0,060	0,19	29
23	8,7	3,3	8,8	11,9	0,24	0,050	0,19	25
24	10,4	3,4	8,2	12,7	0,34	0,070	0,14	28
25	8,6	3,2	8,3	13,4	0,30	0,060	0,12	33
26	8,6	3,4	8,3	13,3	0,23	0,060	0,16	31
27	9,6	3,8	8,4	13,9	0,36	0,060	0,12	32
28	24,9	3,5	8,4	12,6	0,35	0,050	0,10	24
29	11,0	4,1	8,4	13,8	0,41	0,070	0,11	30
30	13,5	2,4	8,4	10,4	0,34	0,070	0,12	25
31	13,2	3,3	8,4	9,5	0,40	0,080	0,02	23
32	13,2	3,3	8,2	10,2	0,49	0,060	0,18	24
33	12,0	3,1	8,2	9,9	0,35	0,040	0,19	23
34	10,9	3,6	8,3	11,2	0,29	0,050	0,13	26
35	12,2	4,1	8,3	12,6	0,24	0,040	0,15	26
36	17,9	4,6	8,4	14,0	0,40	0,060	0,01	

Продолжение табл. 1.1

№ п/п	Кальцій	Мінералізація	Хлориди	Сульфати	Нафтопродукти	Гідрокарбонати	Фосфати	ХСК
1	18	19	20	21	22	23	24	25
1	84	615	47	87	0,02	323	0,72	10,0
2	80	640	43	88	0,01	340	0,58	12,0
3	74	565	35	89	0,01	293	0,29	12,0
4	82	549	41	81	0,02	292	0,17	16,0
5	66	504	49	73	0,03	260	0,23	7,7
6	71	532	47	72	0,03	274	0,56	10,0
7	65	532	49	71	0,02	270	0,78	8,0
8	61	573	59	76	0,03	277	0,77	11,0
9	55	572	60	70	0,02	286	0,85	11,0
10	69	568	61	51	0,02	296	0,85	9,6
11	71	580	52	53	0,03	313	0,73	12,0
12	67	645	53	73	0,03	297	0,53	10,0
13	88	649	55	69	0,01	348	0,61	8,8
14	87	677	59	72	0,03	323	0,60	8,8
15	86	692	60	63	0,04	378	0,59	4,0
16	60	504	37	54	0,04	281	0,31	6,0
17	71	486	48	61	0,04	243	0,20	8,3
18	67	528	51	64	0,03	240	0,29	6,0
19	56	495	65	56	0,05	244	0,36	7,0
20	60	485	45	64	0,01	227	0,50	8,8
21	62	525	49	58	0,02	271	0,90	9,6
22	73	532	48	49	0,02	293	0,66	6,4
23	76	546	48	54	0,03	305	0,62	4,0
24	83	554	52	50	0,03	309	0,49	5,0
25	100	665	55	57	0,03	384	0,48	7,0
26	104	667	48	58	0,03	386	0,41	5,0
27	85	586	49	60	0,04	323	0,21	8,0
28	73	552	49	66	0,04	298	0,10	13,6
29	68	532	44	64	0,04	281	0,38	10,0
30	65	518	43	58	0,03	287	0,46	3,0
31	69	515	63	53	0,03	264	0,82	8,8
32	76	527	45	55	0,04	281	1,23	10,0
33	74	526	48	57	0,03	291	0,82	6,4
34	73	577	46	43	0,04	312	0,64	5,0
35	76	557	42	52	0,03	317	0,39	12,8
36	78	589	46	53	0,03	337	0,40	4,6

2 СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

2.1 Розрахунок фонових значень

За фонову концентрацію речовини C_{ϕ} приймається статистично обґрунтована верхня довірна межа можливих середніх значень концентрацій цієї речовини, яка розрахована за даними гідрохімічних спостережень для найбільш несприятливих гідрологічних умов або найбільш несприятливого відносно якості води періоду (сезону) в річному циклі. [4, 5].

Для періодично пересихаючих і перемерзаючих ділянок водотоків, а також в тому випадку, якщо відсутній достатньо надійний статистичний зв'язок між концентрацією речовини і витратою річкової води, розраховується значення фонові концентрації речовини C_{ϕ} за найбільш несприятливіший відносно якості води період в річному циклі.

У разі нерівномірного розподілу концентрації речовини в перетині заданого створу водотоку (наприклад, в зоні неповного перемішування річкової води із стічною водою або водою притоки) найважливішим параметром є та C_{ϕ} , яка розрахована окремо для струменя з найвищою концентрацією цієї речовини (контрольного струменя). Значення фонові концентрації речовини, отримане в контрольному струмені заданого створу водотоку, представляють як кінцевий результат розрахунку.

Для розрахунку фонові концентрації речовини C_{ϕ} використовують *результати систематичних вимірів, при отриманні яких не змінювалися:*

- методика відбору і аналізу проб води;
- водний режим водотоку (зарегулювання, забір води і т.п.);
- характер надходження хімічної речовини на вище розташованій ділянці водотоку.

При розрахунку C_{ϕ} слід враховувати тільки ті створи спостережень, де є дані не менше ніж за один рік – при щомісячній, щодокадній або ще більш дробовій системі відбору проб води; не менше ніж за дворічний період при б-

11- разовому відборі проб води в рік; не менше ніж за трирічний період при 4-5-разовому відборі проб води в рік. Основна умова – щоб виміри проводилися у всі характерні сезони не менше одного року і мінімальне число даних в кожному сезоні за розрахунковий період було не менш трьох [4].

Заданий для розрахунку фонові концентрації речовини створ водотока може бути розташований нижче, вище або співпадати із створом, результати спостережень в якому відповідають умовам, перерахованим в попередніх двох абзацах (виділено курсивом).

За специфікою обчислювальних операцій для заданої хімічної речовини умовно можна виділити п'ять методів розрахунку, пов'язаних з визначенням фонові концентрації речовини C_{ϕ} :

- 1) виділення в заданому створі максимально забрудненого струменя;
- 2) оцінка достовірності статистичного зв'язку між концентрацією речовини і витратою води у водотоці (окремо для максимально забрудненого струменя і маси решти води у водотоці); розрахунок фонові концентрації речовини за наявності достовірного статистичного зв'язку між вказаними параметрами;
- 3) розрахунок фонові концентрації речовини для випадку, коли систематичні спостереження протягом останніх трьох років проводилися не рідше ніж один раз в місяць;
- 4) розрахунок фонові концентрації речовини для випадків, коли спостереження проводилися рідше, ніж один раз в місяць;
- 5) перерахунок фонові концентрації речовини, одержаної в створі систематичних гідрохімічних спостережень, на інший заданий створ водотоку [4].

Виділення в заданому створі максимально забрудненого струменя проводиться тільки в тому випадку, якщо число точок контролю за складом води в даному створі перевищує одиницю і кількість спостережень в кожній точці контролю відповідає вказаному вище (виділено курсивом).

Оцінку можливості встановлення і використання для розрахунків

фонових концентрацій статистичних зв'язків між концентрацією речовини C і витратою води у водотоці Q здійснюються в тому випадку, якщо на дату відбору проб представлені значення витрати річкової води.

З сказаного в останніх двох абзацах видно, що даний випадок відповідає пункту 3.

Розрахунок фонові концентрації речовини за відсутності достовірного статистичного зв'язку типу $C = f(Q)$ і наявності щомісячних спостережень за хімічним складом води не менше трьох років повинен виконуватися з виділенням найбільш несприятливих умов відносно якості води в річному циклі по даній речовині. Нижче показана послідовність етапів розрахунку [4].

1) У даному діапазоні років з результатів спостережень виключають непоказові екстремальні значення. Для цього розраховують величини I' і I'' по формулах:

$$I' = \frac{C_{max} - C_{CP}}{\sigma(C)}, \quad (2.1)$$

$$I'' = \frac{C_{CP} - C_{min}}{\sigma(C)}, \quad (2.2)$$

де C_{CP} , C_{max} , C_{min} – відповідно середня, максимальна і мінімальна концентрації речовини за даний період;

$\sigma(C)$ – середньоквадратичне відхилення значень концентрації речовини.

Середнє значення концентрації даної речовини розраховується по формулі:

$$C_{CP} = \frac{1}{n} \sum C_i, \quad (2.3)$$

де C_{CP} – середня концентрація речовини в даній точці контролю;

C_i – i -е значення концентрації речовини в цій крапці;

n – число значень C_i , узятих для визначення C_{CP} .

В тому випадку, якщо $I' > I_H$ або $I'' > I_H$ (де I_H – нормативне значення, яке

визначається по таблиці 2.1), то узятє для аналізу екстремальне значення концентрації речовини виключається з даного ряду даних.

Таблиця 2.1 - Граничні значення I_H

n	I_H	n	I_H
3	1,150	16	2,440
4	1,460	17	2,480
5	1,670	18	2,500
6	1,820	19	2,530
7	1,940	20	2,560
8	2,030	25	2,635
9	2,110	30	2,696
10	2,180	40	2,792
11	2,230	50	2,860
12	2,290	200	3,076
13	2,330	250	3,339
14	2,370	500	3,528
15	2,410		

2) Останній рік спостережень слід приймати за основною. З попередніх років беруть дані тільки за ті роки, в яких значення концентрації даної речовини неістотно відрізняються від значень концентрації за основний рік.

Якщо для визначення фонової концентрації речовини C_ϕ виділений контрольний струмінь, то вибір кількості років для статистичної обробки проводять окремо за даними, що характеризують вміст речовини в контрольному струмені, і даними, що характеризують його вміст в іншій масі води водотоку.

Вибрані для розрахунку фонової концентрації речовини C_ϕ дані зводяться в градації по місяцях (число градацій – 12).

Далі з кожної виділеної градації виключають непоказові екстремальні значення концентрації згідно п. 1.

У виділених градаціях розраховують середню концентрацію речовини. Місяць з найбільшим значенням концентрації речовини приймають за основною (опорний). Якщо значення концентрації речовини цього місяця істотно відрізняється від значень концентрації в решті місяців, то верхня довірча межа середньої концентрації речовини в основному місяці приймається за шукане значення фонові концентрації речовини C_{ϕ} . Формула для розрахунку фонові концентрації речовини C_{ϕ} має вигляд [4]:

$$C_{\phi} = C_{СЕР} + \frac{\sigma(C)t_{Sr}}{n^{0,5}}, \quad (2.4)$$

де $C_{СЕР}$ – середня концентрація речовини в основному місяці;

$\sigma(C)$ – середньоквадратичне відхилення значень концентрації цього місяця;

n – число даних в градації.

Для розчиненого кисню у формулі (2.4) знак "+" слід замінити на "-".

Якщо відмінність даних в основному місяці від даних в одному або декількох інших місяцях неістотна, то результати спостережень, що потрапили в неістотно відмінні градації, об'єднуються з результатами спостережень в основній градації. Для знов складеної (збільшеної) градації визначають середню концентрацію. Верхня довірча межа, визначувана по формулі (2.4), складе шукане значення фонові концентрації речовини C_{ϕ} .

Якщо набуто значення фонові концентрації C_{ϕ} перевищує максимальне значення $C_{МАХ}$, що спостерігалось, то це означає, що, або були неправильно вибрані градації (або періоди) тимчасових змін концентрації речовини, або при дійсно високій мінливості значень концентрації речовини у виділеному періоді було проведено недостатньо спостережень для розрахунку фонові концентрації C_{ϕ} .

Дана методика використовується для розрахунку фонових концентрацій речовин при нормуванні їх скидань із стічними водами. При оцінці якості вод для розрахунку фонових значень показників була

використана формула (2.4). При цьому були оброблені ряди спостережень без розбиття на градації по місяцях.

У таблиці 2.2 представлені результати статистичної обробки початкових даних і результати розрахунку фонових значень показників якості води.

Таблиця 2.2 – Результати статистичної обробки і розрахунок фону

№ п/п	Показник	$C_{СЕР}$	$\sigma(C)$	$C_{МАХ}$	$C_{МІН}$	n	C_{Φ}
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Зважені речовини, мг/дм ³	16,7	7,12	35,6	6,0	36	19,1
2	БСК, мгО/дм ³	3,52	0,651	5,7	2,2	36	3,74
3	рН, од.	8,33	0,177	8,8	8,0	36	8,39
4	Розчинений О ₂ , мг/дм ³	11,6	2,00	14,4	8,1	36	10,9
5	Амоній, мг/дм ³	0,421	0,242	1,39	0,23	36	0,502
6	Нітрити, мг/дм ³	0,0656	0,0348	0,230	0,010	36	0,0771
7	Залізо, мг/дм ³	0,161	0,0526	0,25	0,01	36	0,178
8	Магній, мг/дм ³	28,0	5,24	39	17	35	29,8
9	Марганець, мг/дм ³	0,0717	0,0598	0,200	0,000	12	0,106
10	Мідь, мг/дм ³	0,0142	0,0143	0,053	0,000	13	0,0222
11	Свинець, мг/дм ³	0,0151	0,00645	0,030	0,005	29	0,0175
12	Хром (6+), мг/дм ³	0,00775	0,00553	0,018	0,000	12	0,0109
13	Цинк, мг/дм ³	0,0257	0,0206	0,065	0,000	12	0,0376
14	СПАР, мг/дм ³	0,0381	0,0203	0,070	0,015	9	0,0516
15	Нітрати, мг/дм ³	5,03	2,57	11,0	0,60	36	5,89
16	Натрій і калій, мг/дм ³	40,1	9,37	57	16	36	43,3
17	Кальцій, мг/дм ³	73,8	11,1	104	55	36	77,5
18	Мінералізація, мг/дм ³	565	56,8	692	485	36	584
19	Хлориди, мг/дм ³	49,8	7,05	65	35	36	52,1
20	Сульфати, мг/дм ³	63,2	11,5	89	43	36	67,0
21	Нафтопродукти, мг/дм ³	0,0286	0,00990	0,05	0,01	36	0,0319
22	Гідрокарбонати, мг/дм ³	298	38,1	386	227	36	311
23	Фосфати, мг/дм ³	0,542	0,247	1,23	0,10	36	0,625
24	ХСК, мгО/дм ³	8,51	2,99	16,0	3,0	36	9,50

2.2 Оцінка параметрів законів розподілу показників якості вод

Найбільш поширеними законами розподілу, використовуваними при практичних розрахунках, є закони нормальний, логнормальний, експоненціальний і Вейбула [6]:

$$\Phi(x) = \left[1/(\sigma\sqrt{2\pi})\right] \int_{-\infty}^x \exp[-(x - \alpha')/(2\sigma^2)] dx; \quad (2.5)$$

$$\Phi(x) = \left[1/(\sigma\sqrt{2\pi})\right] \int_{-\infty}^x (1/x) \exp[-(\ln x - \alpha')/(2\sigma^2)] dx; \quad (2.6)$$

$$\Phi(x) = 1 - \exp[-x/\alpha']; \quad (2.7)$$

$$\Phi(x) = 1 - \exp[-(x/\alpha')^\beta]; \quad (2.8)$$

де α' – математичне очікування;

σ – середньоквадратичне відхилення;

β – параметр розподілу.

Параметрами нормального, логнормального і експоненціального законів розподілу є математичне очікування і середньоквадратичне відхилення, які розраховуються по відомих формулах. Оцінка параметрів розподілу Вейбула складніша.

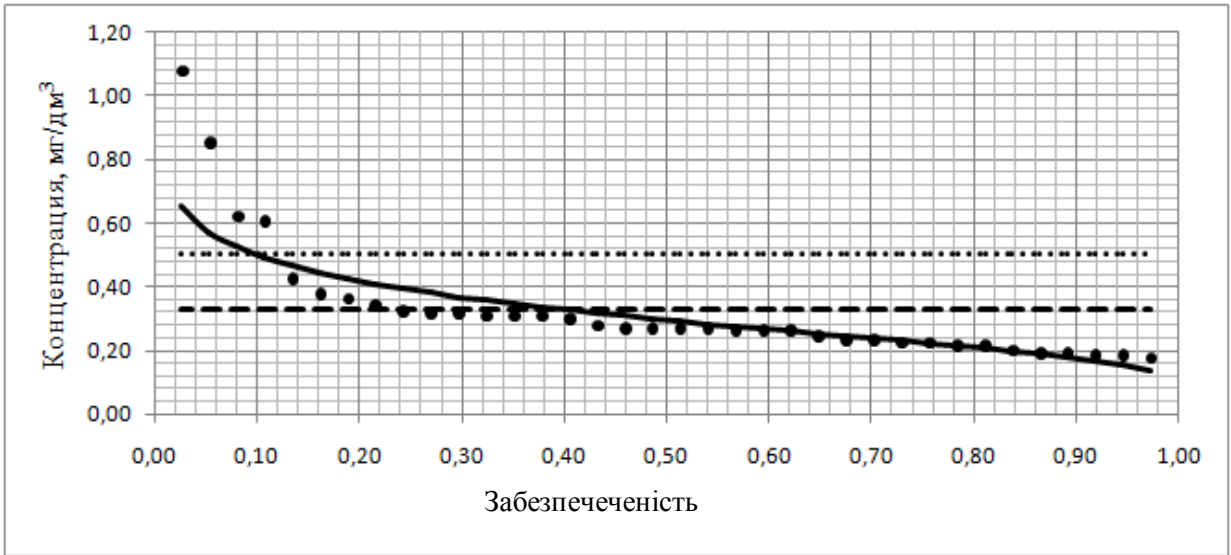
Мінливість показників якості вод найкращим чином відображає логнормальний закон. Для оцінки його параметрів необхідно використовувати логарифми значень показників якості вод, тобто необхідно знайти середнє значення і середньоквадратичне відхилення логарифмованого ряду спостережень по якому-небудь показнику якості вод. Результати розрахунків приведені в таблиці 2.3 і на малюнку 2.1.

У таблиці 2.1 амоній, нітрити, нітрати і фосфати перераховані в азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний і фосфор фосфатів з коефіцієнтами - 0,7765; 0,3045; 0,2259 і 0,3261 відповідно.

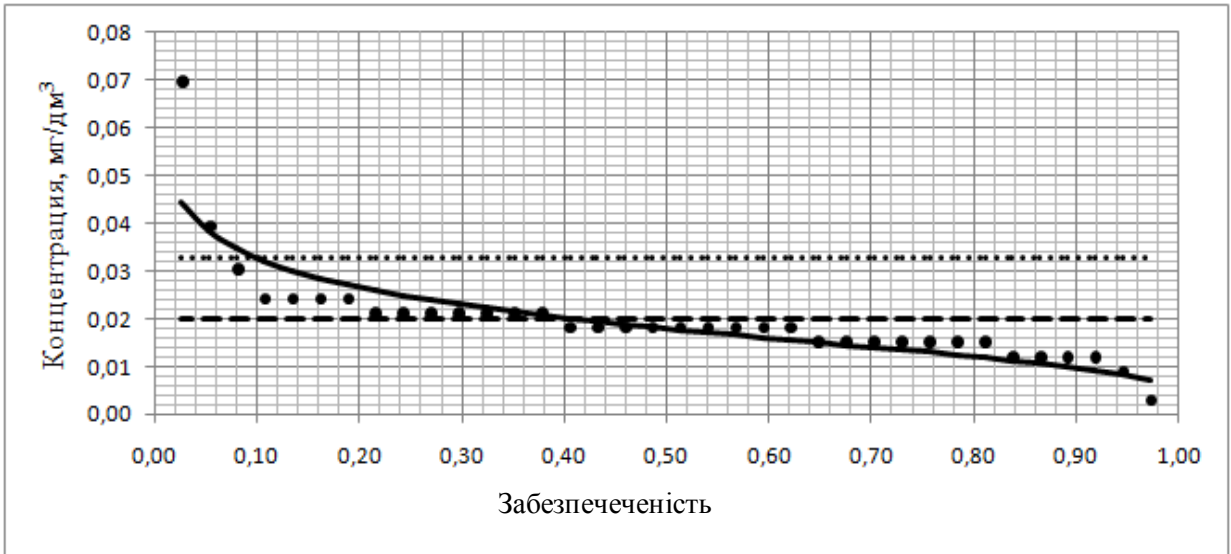
Таблиця 2.3 – Результати оцінки параметрів логнормального розподілу і значень показників з 10%-ной забезпеченістю

№ п/п	Показник	$C_{СЕР}$	$\sigma(C)$	$(\ln C)_{СР}$	$\sigma(\ln C)$	C_{10}
1	Зважені речовини, мг/дм ³	16,7	7,12	2,73	0,419	26,2
2	БСК, мгО/дм ³	3,52	0,651	1,24	0,180	4,36
3	рН, од.	8,33	0,177	2,12	0,021	8,56
4	Розчинений О ₂ , мг/дм ³	11,6	2,00	2,44	0,181	9,06
5	Амоній, мг/дм ³	0,42 (0,33)	0,24 (0,19)	(-1,22)	(0,410)	(0,501)
6	Нітрити, мг/дм ³	0,066 (0,020)	0,035 (0,011)	(-4,02)	(0,470)	0,108 (0,033)
7	Залізо, мг/дм ³	0,161	0,0526	-1,80	0,239	0,224
8	Магній, мг/дм ³	28,0	5,24	3,31	0,191	35,1
9	Марганець, мг/дм ³	0,0717	0,0598	-2,44	0,440	0,153
10	Мідь, мг/дм ³	0,0142	0,0143	-4,48	0,786	0,031
11	Свинець, мг/дм ³	0,0151	0,00645	-4,29	0,441	0,024
12	Хром (6+), мг/дм ³	0,0078	0,00553	-4,84	0,672	0,019
13	Цинк, мг/дм ³	0,0257	0,0206	-3,68	0,730	0,064
14	СПАР, мг/дм ³	0,0381	0,0203	-3,40	0,554	0,068
15	Нітрати, мг/дм ³ (мгN/дм ³)	5,03 (1,14)	2,57 (0,58)	(-0,023)	(0,609)	9,43 (2,13)
16	Натрій і калій, мг/дм ³	40,1	9,37	3,66	0,267	54,8
17	Кальцій, мг/дм ³	73,8	11,1	4,29	0,147	88,1
18	Мінералізація, мг/дм ³	565	56,8	6,33	0,098	638
19	Хлориди, мг/дм ³	49,8	7,05	3,90	0,142	59,1
20	Сульфати, мг/дм ³	63,2	11,5	4,13	0,177	78,1
21	Нафтопродукти, мг/дм ³	0,0286	0,00990	-3,63	0,426	0,046
22	Гідрокарбонати, мг/дм ³	298	38,1	5,69	0,126	348
23	Фосфати, мг/дм ³ (мгP/дм ³)	0,54 (0,18)	0,25 (0,081)	(-1,85)	(0,541)	(0,313)
24	ХСК, мгО/дм ³	8,51	2,99	2,07	0,386	13,0

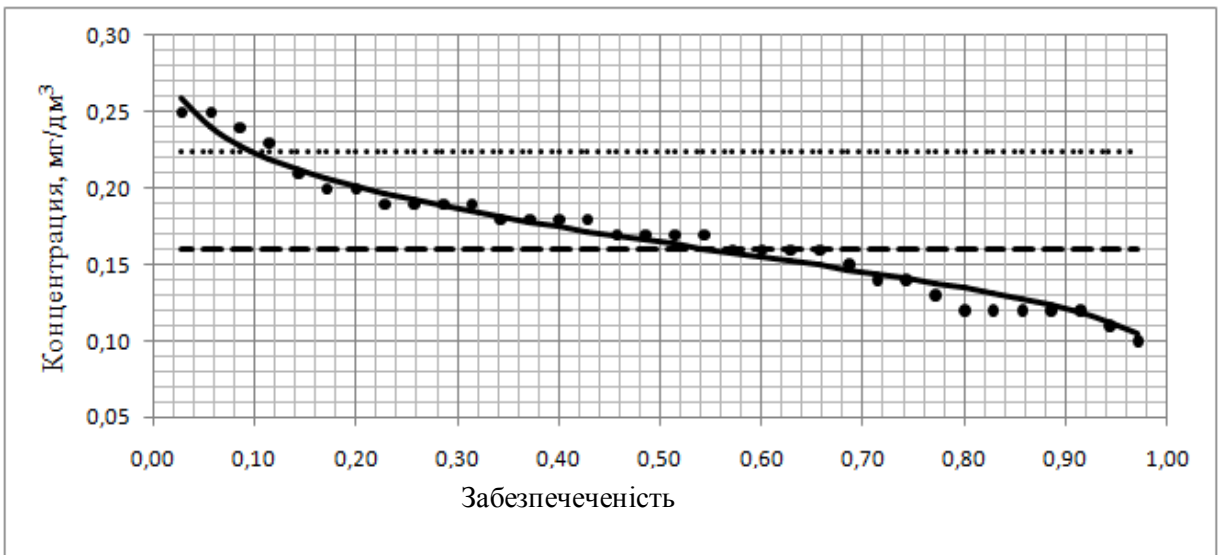
а)



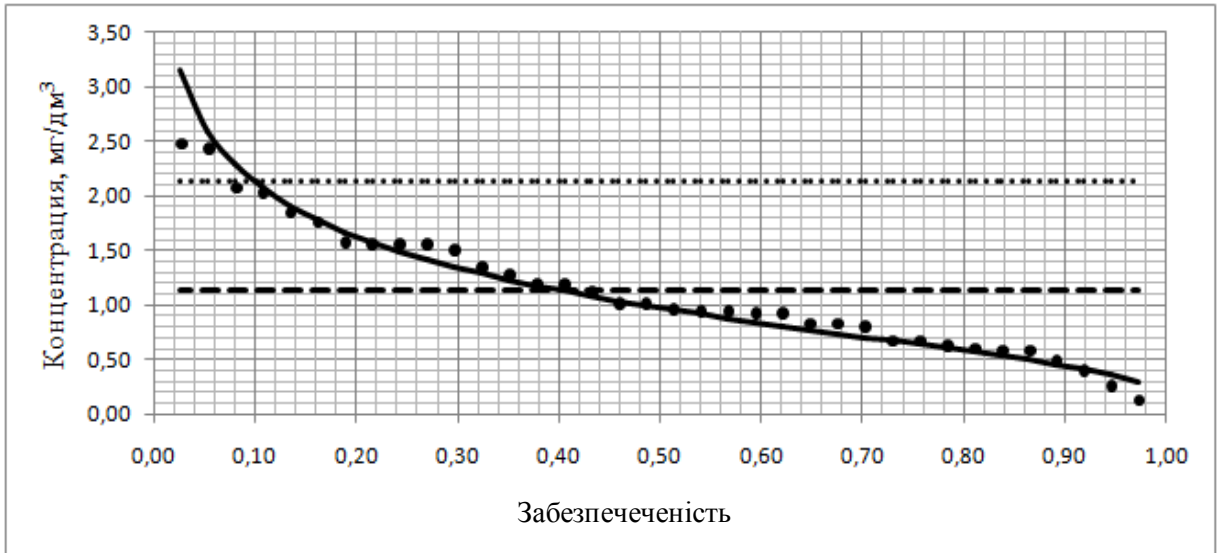
б)



в)



Г)



Мал. 2.1 – Криві забезпеченості показників якості вод:

а – азот амонійний; б – азот нітритний; в – залізо; г – азот нітратний;

маркер круг – результати спостережень; суцільна лінія – емпіричний закон розподілу; штрих пунктирна лінія – середнє значення ряду; точкова лінія – C_{10}

3 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОД ДЛЯ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

3.1 СанПиН-4630-88 и ГОСТ 2761-84

СанПиН-4630-88 [7] використовують при оцінці якості вод для господарсько-питних та комунально-побутових цілей.

До *господарсько-питного* належить використання водних об'єктів як джерел централізованого господарсько-питного водозабезпечення, а також для водозабезпечення підприємств харчової промисловості.

До *комунально-побутового* належить використання водних об'єктів для купання, занять спортом та відпочинку населення.

Норми якості води водних об'єктів включають: загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів, які використовуються для розглядуваних видів водокористування (табл. 3.1); перелік санітарно-гігієнічних ГДК речовин у воді водних об'єктів, які використовуються для господарсько-питних та комунально-побутових потреб (табл. 3.2).

У переліках ГДК зазначаються: повна назва речовини, лімітуюча ознака шкідливості (ЛОШ), нормативне числове значення (норматив) та клас безпеки.

У переліку санітарно-гігієнічних ГДК речовини поділені на три групи за ЛОШ: перша група об'єднує речовини з санітарно-токсикологічною ЛОШ; друга – з органолептичною ЛОШ; третя – із загально-санітарною ЛОШ.

За санітарними нормами у групи сумачії об'єднують показники, нормовані з ЛОШ 1 і 2 класу безпеки. Решта показників, нормованих без ЛОШ або з ЛОШ, але 3 і 4 класу безпеки, не мають ефекту сумарної дії.

Якщо вимоги норм не виконуються хоча б по одному з показників, то водний об'єкт або його ділянка вважаються забрудненими.

У випадку використання водного об'єкта для різних видів водокористування до якості його води ставляться вимоги того виду, у якого найбільш жорсткі норми.

Таблиця 3.1 – Загальні вимоги до складу і властивостей води у водних об'єктах господарсько-питного та комунально-побутового призначення

Показники	Водокористування	
	господарсько-питне	комунально-побутове
1	2	
Завислі речовини	При скиді зворотних (стічних) вод конкретним водокористувачем, проведенні роботи на водному об'єкті і у прибережній зоні вміст завислих речовин у контрольному створі (пункті) не повинен збільшуватись порівняно з природними умовами більш, ніж на 0,25 мг/дм ³ 0,75 мг/дм³	
Плаваючі домішки	На поверхні води не повинні виявлятися плівки нафтопродуктів, масел, жирів та скупчення інших домішок.	
Забарвлення	Не повинне виявлятися у стовпчику 20 см 10 см	
Запахи, присмаки	Вода не повинна набувати запахів інтенсивністю більшою за 1 бал, які виявляються : безпосередньо або при безпосередньо подальшому хлоруванні	
Температура	Літня температура води у результаті скиду стічних вод не повинна підвищуватись більш як на 3 ⁰ С порівняно з середньомісячною температурою води найжаркішого місяця року за останні 10 років	
рН	Не повинен виходити за межі 6,5 – 8,5	
Мінералізація	Не більше 1000 мг/дм ³ , у тому числі хлоридів – 350 мг/дм ³ , сульфатів – 500 мг/дм ³	Нормується згідно приведеного вище показника “приправи”
Розчинений кисень	Не повинен бути менше 4 мг/дм ³ у будь-який період року	

Продовження табл. 3.1

1	2	
БСК _П	Не повинне перевищувати при температурі 20 ⁰ С 3 мгО ₂ /дм ³ –	
ХСК	Не повинен перевищувати 15 мгО ₂ /дм ³ 30 мгО ₂ /дм ³	
Хімічні речовини	Не повинні міститися у воді водотоків та водоймищ у концентраціях, які перевищують нормативи, встановлені у відповідності з правилами охорони поверхневих вод.	
Збудники хвороб	Вода не повинна містити збудників хвороб, в тому числі життєздатні яйця гельмінтів (аскарид, волосоголовців, токсокор, фасциол), онкосфери тенеїд та життєздатні цисти патогенних кишкових найпростіших.	
Лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП) не більше	10 000 в 1 дм ³	5 000 в 1 дм ³
Коліфаги (у бляшко-утворюючих одиницях) не більше	100 в 1 дм ³	100 в 1 дм ³

Примітка: риска означає, що показник не нормований.

Таблиця 3.2 – Перелік ГДК забруднювальних речовин у водних об'єктах господарсько-питного призначення

№ п/п	Показатель	Од. вим.	ЛОШ	Клас	ГДК
1	рН	од.	-	-	6,5-8,5
2	Сухий залишок	мг/дм ³	-	-	1000
3	Розчинений кисень	—"	-	-	4,0
4	БСК ₂₀	—"	-	-	3,0
5	ХСК	—"	-	-	15,0
6	Колі-індекс	шт./дм ³	-	-	10000
7	Аміак (по азоту)	мгN/дм ³	сан.-токс.	3	2,0
8	Нітрати (по NO ₃)	мг/дм ³	сан.-токс.	3	45,0
9	Сульфати	мг/дм ³	орг.-лепт.	4	500
10	Хлориди	—"	орг.-лепт.	4	350
11	Залізо	—"	орг.-лепт.	3	0,3
12	Мідь	—"	орг.-лепт.	3	1,0
13	Марганець	—"	орг.-лепт.	3	0,10
14	СПАР	—"	орг.-лепт.	4	0,5
15	Нафтопродукти	—"	орг.-лепт.	4	0,30
16	Цинк	—"	загально-саніт.	3	1,0
17	Натрій	—"	сан.-токс.	2	200
18	Алюміній	—"		2	0,5
19	Молібден	—"		2	0,25
20	Миш'як	—"		2	0,05
21	Свинець	—"		2	0,030
22	Фториди	—"		2	1,2
23	Нітрити (по NO ₂)	мг/дм ³		2	3,3

При господарсько-питному та комунально-побутовому використанні водних об'єктів норми якості води [8] повинні дотримуватись:

у водотоках – на ділянці в один кілометр вище за межу району водокористування (контрольний створ розташовується на відстані 1 км);

у водоймах – на відстані 1 км від меж району водокористування в усі боки.

Якщо природні властивості і склад води не відповідають нормам водокористування, то ці природні властивості та склад води повинні витримуватись у місцях водокористування.

Оцінка якості вод виконується методом детального аналізу, який полягає у тому, що виміряне або розраховане значення кожного показника зі усього їх набору, який використовується при оцінці якості води, порівнюється з його нормативом (ГДК). І на основі цього аналізу дається висновок о придатності, чи не придатності води для певних потреб.

Послідовність оцінки якості вод цим методом [9, 10] така.

1. Для розглядуваних потреб визначаються відповідні норми.
2. Для усіх необхідних показників якості розглядуваної води виписується ЛОШ, якщо вона є, і норматив (ГДК). При оцінці якості води за санітарними нормами записується також і клас небезпеки.

3. Якщо за нормами, які використовуються для розглядуваних потреб, враховується ефект сумарної дії речовин, то показники якості води розподіляються на дві частини: перша – показники без ефекту сумації; друга – з ефектом сумації.

4. Для першої частини значення показників (кожного окремо) мають бути не більше за норматив (крім розчиненого O_2):

$$C_i \leq ПДК_i. \quad (3.1)$$

де C_i – значення і-ого показника (концентрація речовини);

$ГДК_i$ – норматив і-ого показника (гранично допустима концентрація).

Показники другої частини об'єднуються у групи сумації. Для кожної групи розраховується груповий показник ψ , його значення повинно бути не більш ніж одиниця :

$$\psi = \sum_{1}^{n} (C_i / ГДК_i) \leq 1, \quad (3.2)$$

де n – кількість показників (речовин) у групі сумації.

Показники у групах сумації не можна розглядати окремо і порівнювати їх значення з відповідними нормативами. Часто значення кожного показника окремо може бути менш його нормативу, але при цьому вміст речовин усієї групи у воді може не відповідати вимогам норм.

6. Оцінка якості води двобальна: якщо хоча б один показник перевищує норматив, то вважається, що вода брудна (не відповідає вимогам нормам); у протилежному випадку – чиста (відповідає нормам).

Гігієнічна класифікація вод у відповідності до СанПіН 4630–88 [7] здійснюється по таблиці 3.3.

За основу беруться 6 показників якості води: запах; один з органолептичних показників з найбільшим значенням в долях ГДК; один з санітарно-токсикологічних показників з найбільшим значенням в долях ГДК; БСК; розчинений кисень і бактеріологічний показник ЛКП (лактозопозитивні кишкові палички). Всього в методиці 4 класи ступеня забруднення: допустима, помірна, висока і надвисока. Клас воді привласнюється по найгіршому з 6 згаданих показників.

У *ГОСТ 2761-84* [11], що раніше діяв, джерела господарсько-питного водопостачання були поділені на 3 класи (табл. 3.4).

Клас джерела встановлювався таким чином:

по кожному показнику в таблиці 3.4 визначався номер класу;

клас джерелу привласнювався по показнику з найбільшим номером класу;

якщо значення одного з показників виходило за границю правої межі класу 3, то джерело вважався поза класифікацією (не придатний для централізованого водопостачання).

Таблиця 3.3 – Гігієнічна класифікація водних об'єктів за ступенем забруднення

Ступень забруднення	Оціночні показники забруднення для водних об'єктів I і II категорій							Індекс забруднення
	Органолептичний		Токсикологічний	Санітарний режим		Бактеріологічний		
	Запах, присмак, бали	Кратність перевищення ГДК	Кратність перевищення ГДК	БСК _П , мг/дм ³		Розчинений кисень, мг/дм ³	Кількість лактозопозитивних кишкових паличок в 1 дм ³	
I				II				
Допустимий	≤2	≤1	≤1	≤3	≤6	≥4	<1*10 ⁴	0
Помірний	3	4	3	6	8	3	1*10 ⁴ -1*10 ⁵	1
Високий	4	8	10	8	10	2	1*10 ⁵ -1*10 ⁶	2
Надвисокий	>4	>8	>10	>8	>10	1	>1*10 ⁶	3

Таблиця 3.4 – Класифікація поверхневих джерел централізованого водопостачання

Показник	Одиниця виміру	Значення показника за класами		
		1	2	3
Мутність	мг/дм ³	≤20	≤1500	≤10000
Кольоровість	град.	≤35	≤120	≤200
Запах	бал	≤2	≤3	≤4
pH	–	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
Залізо	мг/дм ³	≤1,0	≤3,0	≤5,0
Марганець	мг/дм ³	≤0,1	≤1,0	≤2,0
Фітопланктон	мг/дм ³	≤1,0	≤5,0	≤50,0
	кл/см ³	≤1000	≤10000	≤100000
Окисність перманганатна	мгО/дм ³	≤7	≤15	≤20
БСК _П	мгО/дм ³	≤3,0	≤5,0	≤7,0
ЛКП	шт. в 1 дм ³ води	≤1000	≤10000	≤50000

Недоліком даної класифікації є обмежений набір показників, що входять в класифікатор. При цьому, проте, висувалася вимога, відповідно до якої значення показників, що не входять в класифікатор, не повинні були перевищувати гігієнічні нормативи.

У ГОСТ не указувалося як поступити, якщо значення показника якості, що не входить в класифікатор, перевищує гігієнічний норматив. Проте, слід припускати, що в даному випадку джерело винне вважається непридатним для централізованого водопостачання (поза класифікацією).

Позитивна сторона даної класифікації полягає в тому, що клас джерела оцінювався за якнайгіршим показником. Такий підхід виправданий в тих випадках, коли мова йде про здоров'ї людей.

3.2 ДСТУ 4808-2007

ДСТУ 4808:2007 [12] затверджений взамен ГОСТ 2761-84.

Основні положення.

Водні об'єкти, якість води в яких відповідає комплексу зазначених нижче гігієнічних, епідеміологічних, екологічних та технологічних вимог, використовують чи можуть бути використані для централізованого питного водопостачання.

Відповідність водного об'єкта вимогам, встановленим до джерел питного водопостачання, визначають на основі:

- гігієнічного та екологічного оцінювання умов формування і ступеня захищеності підземного джерела водопостачання у межах поясів зон санітарної охорони;
- гігієнічного та екологічного оцінювання поверхневого джерела водопостачання, а також прилеглої території вище і нижче водозабору за течією води у межах поясів зон санітарної охорони;
- якісного оцінювання на підставі аналізів проб води, які відбиралися

щомісячно протягом останніх 3-х років, та кількісного оцінювання запасів води у джерелах водопостачання;

- санітарного оцінювання місця розміщення водозабору;
- прогнозування гігієнічного та екологічного стану джерел водопостачання.

Джерела водопостачання і водозабірні споруди станцій централізованого питного водопостачання повинні бути захищені від забруднювання організуванням зон санітарної охорони відповідно до чинного законодавства.

Висновок щодо відповідності наявного або запроектованого певного поверхневого або підземного джерела водопостачання вимогам даного стандарту видають органи державного санітарно-епідеміологічного нагляду на підставі попереднього висновку екологічних та геологічних організацій та органів водного господарства.

Продовжують використовувати наявні джерела централізованого питного водопостачання за погодженням органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду, а також служб інших відомств, на які покладено вирішення цього питання (зокрема представників геологічної служби Мінприроди та Держводгоспу України).

Якість води поверхневого і підземного джерел питного водопостачання повинна забезпечувати відповідність одержуваної питної води вимогам санітарного законодавства та цього стандарту з використанням необхідних сучасних технологій водопідготовки.

Класифікація якості поверхневих вод України – джерел централізованого питного водопостачання за гігієнічними і екологічними критеріями.

Класифікація охоплює 80 показників (табл. А.1), які застосовують для оцінювання якості питної води згідно з санітарним законодавством і має сім окремих груп (блоків): I група – 4 органолептичних показники; II група – 17 загально-санітарних показників хімічного складу води; III група – 6

гідробіологічних показників; IV група – 6 мікробіологічних показників; V група – 2 паразитологічних показники; VI група – 9 показників радіаційної безпеки; VII група – 36 пріоритетних токсикологічних показників хімічного складу води (з них: 25 – неорганічних та 11 – органічних компонентів).

Діапазон величин показників (критеріїв) якості води в класифікації поділений на чотири класи: 1 клас – відмінна, бажана якість води; 2 клас – добра, прийнятна якість води; 3 клас – задовільна, прийнятна якість води, 4 клас – посередня, обмежено придатна, небажана якість води.

Показники складу і властивостей води у поверхневих джерелах, долучені до таблиці А.1, є обов'язковими для визначання.

Крім цього, розроблено класифікацію якості поверхневих вод України – джерел централізованого питного водопостачання за факультативними речовинами токсичної дії (табл. А.2) для періодичного контролювання представниками санітарних і водоохоронних органів імовірної присутності цих токсичних речовин, небезпечних для здоров'я населення (необхідність проведення, періодичність та сезонність контролювання таких показників визначають у кожному конкретному випадку).

Величини складу і властивостей води за показниками класифікації якості поверхневих вод – джерел централізованого питного водопостачання визначають з використанням методик досліджування і аналізування показників якості води стандартизованих та надійно апробованих. У стандарті враховано вітчизняні і зарубіжні методики, які застосовують у світовій практиці контролювання окремих показників якості поверхневих і підземних вод – джерел централізованого питного водопостачання у відповідності з Директивою ЕС (2000 р.) і рекомендаціями ВОЗ (2004 р.), а також вимогами ІСО.

Послідовність виконання оцінки.

1. Кількісною основою оцінювання якості води у джерелах централізованого питного водопостачання є класифікації якості поверхневих і підземних вод за гігієнічними і екологічними критеріями (табл. А.1, А.2).

2. Оцінювання якості води у поверхневих і підземних джерелах залежно від її конкретного призначення можна виконувати, зважаючи на три методичні підходи:

- за значеннями окремих показників;
- за значеннями інтегральних блокових індексів (без урахування загального рівня хронічної токсичності води, який визначають у виняткових випадках);
- за значеннями інтегрального комплексного індексу.

3. Оцінювання (*орієнтовне*) якості води у поверхневих і підземних джерелах централізованого питного водопостачання за значеннями окремих показників виконують тоді, коли необхідно одержати попереднє уявлення щодо якості води у місцях водозабору в будь-який час. Таке уявлення можна отримати на підставі аналізування кількісних характеристик деяких найпріоритетніших показників якості води, які чітко демонструють благополучний або неблагополучний стан джерел питного водопостачання і перелік яких встановлюють виходячи із конкретної санітарної ситуації та екологічного стану на території зон санітарної охорони.

Наприклад, якщо величина такого гідрохімічного показника як біхроматна окисність (ХСК) у поверхневому джерелі є меншою за 9 мгО/дм^3 , а в підземному джерелі – меншою за 4 мгО/дм^3 , то це свідчить про низький загальний вміст органічних речовин у воді, отже про благополучний стан відповідних джерел. І навпаки, якщо величина такого органолептичного показника як каламутність води в поверхневому джерелі перевищує 5000 мг/дм^3 , а в підземному джерелі – 5 мг/дм^3 , що характеризує 4 клас якості вод, то такий високий вміст завислих речовин у воді свідчить про певне гігієнічне і екологічне неблагополуччя цих джерел. Орієнтовне оцінювання якості води за величинами окремих показників виконують на підставі разових або серійних вимірювань величин цих показників, здійснюваних одночасно або протягом короткого відрізка часу (доба, тиждень).

Результати цих досліджень реєструють у протоколах дослідження якості води в поверхневих і підземних джерелах питного водопостачання.

4. Оцінювання якості води в поверхневих і підземних джерелах за величинами інтегральних блокових індексів (*грунтовне*) виконують задля переконливих і відповідальних висновків і рішень щодо якості води в цих джерелах на підставі арифметичного оброблення емпіричних величин усіх (*повне оцінювання*) або кількох (*неповне оцінювання*) показників I, II, III, IV, V, VI і VII груп. Емпіричні величини показників якості води, належні до кожного з цих блоків, одержують у результаті систематичних досліджень (моніторингу) гігієнічного і екологічного станів поверхневих і підземних джерел.

5. Грунтовне оцінювання якості води в поверхневих і підземних джерелах питного водопостачання за величинами групових індексів виконують за процедурою, що складається з трьох послідовних етапів:

- *етап групування і оброблення вихідних даних* гігієнічних та екологічних показників якості води;

- *етап визначання класів якості* води джерела водопостачання за окремими показниками;

- *етап узагальнення оцінювання якості* води і погодження їх з технологічними прийомами кондиціонування поверхневих і підземних вод залежно від фізико-хімічної та мікробіологічної природи забруднювальних домішок.

Етап групування і оброблення вихідних даних щодо якості води. Вихідними даними грунтового оцінювання якості води є, насамперед, результати розрізнених і зведених досліджень якості води у водних об'єктах – наявних чи потенційних джерелах централізованого питного водопостачання, які зібрані і оброблені мережею пунктів спостережень і лабораторій систем Гідрометслужби, обласних управлінь Мінприроди, державної санітарно-епідеміологічної служби України та територіальних організацій Держводгоспу, Державної геологічної служби Мінприроди і низових ланок

Міністерства будівництва, архітектури і житлово-комунального господарства України. До уваги беруть також матеріали спостережень за якістю води, одержані науковими установами санітарно-гігієнічного та екологічного профілю.

Вихідні дані щодо якості води за окремими показниками об'єднують у межах груп I – VII. Подані у відповідних групах (табл. А.1 і А.2) вихідні дані (вибірки) щодо кожного наявного показника піддають певному оброблянню: обчислюють середні та найгірші значення. Вони характеризують межі діапазону мінливості величин кожного з показників якості води у реальних умовах виконання і аналізування результатів спостережень.

Етап визначання класів якості води за окремими показниками полягає у виконанні таких дій:

- середні та найгірші значення для кожного показника окремо зіставляють з відповідними критеріями якості води, поданими в таблицях А.1 і А.2;

- на основі проведеного зіставлення середніх і найгірших значень для кожного показника окремо визначають класи якості води для кожного показника окремо;

- зіставлення середніх і найгірших значень з критеріями класифікацій якості води (табл. А.1 і А.2) та визначання класів якості води за окремими показниками виконують (як і на першому етапі) у межах відповідних груп показників (I – VII).

Етап узагальнення оцінювання якості води за окремими показниками з визначанням інтегрального показника теж виконують лише на основі аналізування і обчислювання величин у межах окремих груп показників. Це узагальнення полягає у визначанні середніх і найгірших значень для семи групових індексів якості води, а саме: для індексу органолептичних показників – $I_{I\text{сер.}}$ та $I_{I\text{нг.}}$; для індексу загально-санітарних хімічних показників – $I_{II\text{сер.}}$ та $I_{II\text{нг.}}$; для індексу гідробіологічних показників – $I_{III\text{сер.}}$ та $I_{III\text{нг.}}$; для індексу мікробіологічних показників – $I_{IV\text{сер.}}$ та $I_{IV\text{нг.}}$; для індексу

паразитологічних показників – $I_{V_{\text{сер.}}}$ та $I_{V_{\text{нг.}}}$; для індексу показників радіаційної безпеки – $I_{VI_{\text{сер.}}}$ та $I_{VI_{\text{нг.}}}$; для індексу токсикологічних показників – $I_{VII_{\text{сер.}}}$ та $I_{VII_{\text{нг.}}}$.

Середнє значення групового (блокового) індексу якості води для кожної групи (блоку) визначають шляхом усереднення номерів класів. Якнайгірше значення групового (блокового) індексу якості води для кожної групи (блоку) визначають за показником з найгіршим значенням (номером класу) у даній групі.

Маючи середні й найгірші значення групових індексів якості води, визначають їх приналежність до певного класу якості води за допомогою таблиць А.1 і А.2.

Значення групових (блокових) індексів якості води у поверхневих і підземних джерелах питного водопостачання можуть бути виражені як цілими, так і дробовими числами. Використання дробових значень блокових індексів і обчислених на їх основі підкласів якості води дозволяє диференціювати оцінювання якості води, робити його гнучкішим і точнішим. Для визначання підкласів якості води треба діапазони дробових значень (з точністю до сотих), у межах окремих груп показників поділити на рівні частини і позначити відповідним чином згідно з наведеною нижче схемою (табл. А.3) визначання класів і підкласів якості води у поверхневих і підземних водних об'єктах – джерелах централізованого питного водопостачання.

Узагальнене оцінювання якості води у поверхневих і підземних джерелах централізованого питного водопостачання за значеннями інтегрального індексу доцільне в тих випадках, коли зручніше мати однозначне і в той же час узагальнене оцінювання якості води у поверхневих та підземних водних об'єктах – джерелах централізованого питного водопостачання, а саме: для порівняння різних варіантів розташування водозабору станцій водопідготовки у випадку проектування їх будівництва чи реконструкції; для картографування стану поверхневих

джерел централізованого питного водопостачання; для планування водоохоронних заходів щодо захисту поверхневих джерел централізованого питного водопостачання.

Значення узагальненого інтегрального індексу якості води визначають за формулою:

$$I_{\text{ИИТ}} = \{I_{\text{I}} + I_{\text{II}} + I_{\text{III}} + I_{\text{IV}} + I_{\text{V}} + I_{\text{VI}} + I_{\text{VII}}\} / 7$$

(3.3)

де $I_{\text{I}}-I_{\text{VII}}$ – групові індекси, виражені у класах;

7 – кількість групових індексів.

В разі відсутності одного або двох групових індексів $I_{\text{ИИТЕГР}}$ обчислюють як частку від ділення суми значень наявних групових індексів.

Індекси якості води мають чисельні значення класів і підкласів, а також мовні пояснення.

3.3 Норми якості вод країн ЄС

З метою впорядкування українського законодавства із законодавством Європейського Співтовариства (ЄС) подальший законодавчо-нормативний розвиток в Україні у галузі охорони та ощадливого використання водних ресурсів буде здійснюватися на основі Директив Ради ЄС у цій галузі [13].

Директиви Ради ЄС у відношенні вод, що використовуються для купання, пиття й у рибогосподарських цілях, були прийняті ще у 1976 р. В 80-х і 90-х роках у ці Директиви вносились зміни та доповнення.

Фізичні, хімічні та мікробіологічні параметри (показники), які встановлюються для води при тому або іншому водокористуванні, містяться у додатках до Директив і є їх невід'ємною частиною.

Країни – члени Співтовариства зобов'язані встановити нормативи не менш жорсткі, ніж нормативи, зазначені у додатках як *обов'язкові* (у відповідному стовпчику). Ці країни мають право у будь-яку мить встановити

більш жорсткі нормативи. Якщо у додатках для будь-яких показників не наведені нормативи, то країни – члени Співтовариства можуть не встановлювати для них ніяких значень до моменту, поки ці значення не будуть визначені.

Якщо значення показника в додатках вказане як *оптимальне* (стоїть у відповідному стовпчику), то незалежно від того, вказане чи ні його обов'язкове значення, країни – члени Співтовариства під час встановлення своїх нормативів повинні намагатися дотримуватись цих значень.

Країни – члени Співтовариства повинні прийняти заходи по забезпеченню того, щоб в 10-річний термін з моменту публікації Директиви якість вод, які використовуються для того або іншого водокористування, відповідали прийнятим нормативам.

Держави – члени Співтовариства повинні ввести в дію закони, правила і адміністративні правові акти, необхідні для виконання Директив і додатків до них, протягом двох років з моменту їх публікації.

У Комісію повинні бути представлені тексти основних правових актів національного законодавства, які приймаються за умови, що регулюються Директивами.

Якість вод оцінюється детальним методом. У таблиці 3.5 приведені деякі показники якості вод і їх нормативи для країн ЄС.

Вода вважається такою, що відповідає нормам питного водокористування, якщо:

95% проб відповідають нормативам, зазначеним як обов'язкові;

90% проб відповідають вимогам у решті випадків;

у 5 і 10% проб, які не відповідають встановленим нормативам, відсутні відхилення від встановлених нормативів більш ніж на 50%, окрім рН, розчиненого кисню та мікробіологічних показників;

відсутня загроза здоров'ю населення;

відсутні відхилення від нормативів у послідовно відібраних одна за одною пробах.

Таблиця 3.5 – Нормативи якості вод, які використовуються для пиття

Показник	Значення для А1		Значення для А2		Значення для А3	
	опти- мальне	обов'яз- кове	опти- мальне	обов'яз- кове	опти- мальне	обов'яз- кове
1	2	3	4	5	6	7
рН	6,5–8,5		5,5–9,0		5,5–9,0	
Загальні завислі частинки, мг/дм ³	25					
Температура, °С	22	25 (0)	22	25(0)	22	25(0)
Провідність при 20 ⁰ С	1000		1000		1000	
Запах, коефіцієнт розводж. при 25 ⁰ С	3		10		20	
Нітрати, мг/дм ³	25	50 (0)		50 (0)		50 (0)
Фториди, мг/дм ³	0,7–1,0	1,5	0,7–1,7		0,7–1,7	
Розчинене залізо, мг/дм ³	0,1	0,3	1	2	1	
Марганець, мг/дм ³	0,05		0,1		1	
Мідь, мг/дм ³	0,02	0,05 (0)	0,05		1	
Цинк, мг/дм ³	0,5	3	1	5	1	5
Загальний хром, мг/дм ³		0,05		0,05		0,05
Свинець, мг/дм ³		0,01		0,01		0,01
Сульфати, мг/дм ³	150	250	150	250 (0)	150	250 (0)
Хлориди, мг/дм ³	200		200		200	
Фосфати, мг/дм ³	0,4		0,7		0,7	
Розчинені або емуль- совані вуглеводи, мг/дм ³		0,05		0,2	0,5	1
ХСК, мг/дм ³ О ₂					30	
Розчинений кисень, %	>70		>50		>30	
БСК мг/дм ³	3		5		7	
Аміак, мг/дм ³	0,05		1	1,5	2	4 (0)
Загальні колі форми /100 мл	50		5000		50000	
Фекальні колі форми /100 мл	20		2000		20000	
Фекальні стрептококи /100 мл	20		1000		10000	
Сальмонела / 5000 мл	відсутність		відсутність			
Фекальні стрептококки /100 мл	20		1000		10000	
Сальмонелла / 5000 мл	відсутність		відсутність			

Слід звернути увагу на те, що в країнах ЄС разом із значенням показника нормується також сумарна тривалість періодів забрудненого стоку за даний період, найбільша тривалість цих періодів і співвідношення значення показника з його нормативом. У вітчизняних нормах про це не згадується. Використання при оцінці якості води середнього значення нормативу приводить до того, що при збігу значення показника з його нормативом сумарна тривалість періодів забрудненої води складає приблизно половину періоду усереднювання.

4 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД Р. ПІВДЕННИЙ БУГ

4.1 Оцінка за СанПиН-4630–88 і ГОСТ 2761-84

Оцінка якості вод за СанПиН-4630–88 і ГОСТ 2761-84 приведена в таблицях 4.1-4.3.

Таблиця 4.1 – Оцінка якості вод р. Південний Буг (м. Первомайськ) для централізованого водопостачання по середніх значеннях показників

ЛОШ	Клас	Показник	Од. вим.	C_i	ГДК _i	$C_i/ГДК_i$
1	2	3	4	5	6	7
–	–	pH	од.	8,3	6,5–8,5	–
–	–	Розчинений O ₂	мг/дм ³	11,6	4,0	–
–	–	Мінералізація	мг/дм ³	565	1000	–
–	–	ХСК	мгО/дм ³	8,51	15,0	–
–	–	БСК _П	мг/дм ³	3,52	3,0	–
с.–т.	3	Амоній по азоту	мгN/дм ³	0,33	2,0	–
с.–т.	3	Нітрати	мг/дм ³	5,03	45,0	–
с.–т.	3	Хром (VI)	мг/дм ³	0,0078	0,05	–
орг.	4	Сульфати	мг/дм ³	63,2	500	–
орг.	4	Хлориди	мг/дм ³	49,8	350	–
орг.	3	Мідь	мг/дм ³	0,014	1,0	–
орг.	3	Залізо	мг/дм ³	0,16	0,30	–
орг.	3	Марганець	мг/дм ³	0,072	0,10	(0,72)
орг.	4	Нафта	мг/дм ³	0,029	0,30	–
орг.	4	СПАР	мг/дм ³	0,038	0,50	–
заг.	3	Цинк	мг/дм ³	0,026	1,0	–
с.–т.	2	Натрій	мг/дм ³	40,1	200	0,200
	2	Нітрити	мг/дм ³	0,066	3,3	0,020
	2	Свинець	мг/дм ³	0,015	0,030	0,500
Σ						0,72

Таблиця 4.2 – Оцінка ступеня забруднення вод р. Південний Буг (м. Первомайськ) по середніх значеннях показників (СанПиН – 4630–88)

Показник		Од. вим.	C_i	Індекс забруднення	Характеристика ступеню забруднення
Запах		бал.	–	–	помірний (1)
Присмак		бал.	–	–	
Кратність перевищення ГДК	органолепт.	од.	0,72	0	
	сан.-токс.	од.	0,72	0	
БСК _П		мг/дм ³	3,5	1	
Розчинений кисень		мг/дм ³	11,6	0	
ЛКП		в 1 дм ³	–	–	

Таблиця 4.3 – Оцінка класу якості вод р. Південний Буг (м. Первомайськ) по середніх значеннях показників (ГОСТ 2761–84)

Показник	Од. вим.	C_i	Клас за показником	Узагальнений клас
Мутність	мг/дм ³	16,7	1	2
Кольоровість	град.	–	–	
Запах	бал	–	–	
рН	–	8,3	–	
Залізо	мг/дм ³	0,16	1	
Марганець	мг/дм ³	0,072	1	
Фітопланктон	мг/дм ³	–	–	
	кл/см ³	–	–	
Окисність перманганатна	мгО/дм ³	–	–	
БСК _П	мгО/дм ³	3,5	2	
ЛКП	шт. в 1 дм ³	–	–	

Якість вод не відповідає санітарним нормам за змістом органічних сполук по БПК (табл. 4.1).

Ступінь забруднення (табл. 4.2) вод **2** з характеристикою – «помірна». Клас якості вод (табл. 4.3) за старим стандартом (ГОСТ 2761-84) – другий.

4.2 Оцінка за ДСТУ 4808:2007

Оцінка якості вод відповідно до ДСТУ 4808:2007 приведена в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Оцінка якості вод р. Південний Буг по середніх значеннях показників (ДСТУ 4808:2007)

Блок	Показник	Од. вим.	C_i	Клас за показником	Блоковий індекс
I	Каламутність	мг/дм ³	16,7	1	$I_{I\text{СЕР}} = \mathbf{1,00}$
II	pH (од.)	–	8,33	3	$3+1+2+2+2+2+2+2+3+3+3+4+4=$ 31 $I_{II\text{СЕР}} = 31/12=$ $=\mathbf{2,58}$
	Розчинений O ₂	мг/дм ³	11,6	1	
	Сульфати	мг/дм ³	63,2	2	
	Хлориди	мг/дм ³	49,8	2	
	Магній	мг/дм ³	28,0	2	
	Мінералізація	мг/дм ³	565	2	
	ХСК	мгО/дм ³	8,51	2	
	БСК _П	мг/дм ³	3,52	3	
	Амоній (по N)	мгN/дм ³	0,33	3	
	Нітрити (по N)	мгN/дм ³	0,020	3	
	Нітрати (по N)	мгN/дм ³	1,14	4	
Фосфати (по P)	мгP/дм ³	0,18	4		
VII	Залізо	мг/дм ³	0,161	3	$3+2+2+3+3+2+3+2=$ 20 $I_{VII\text{СЕР}} = 20/8=$ $=\mathbf{2,50}$
	Мідь	мг/дм ³	0,0142	2	
	Цинк	мг/дм ³	0,0257	2	
	Марганець	мг/дм ³	0,0717	3	
	Хром (6+)	мг/дм ³	0,00775	3	
	Свинець	мг/дм ³	0,0151	2	
	СПАР	мг/дм ³	0,0381	3	
	Нефтопродукти	мг/дм ³	0,0286	2	
$I_{\text{ІНТ.СЕР}}(1,00+2,58 +2,50)/3=2,03$ (клас 2, хороша, чиста вода прийнятної якості)					

За новим стандартом р. Південний Буг відноситься до джерел централізованого водопостачання класу 2 з характеристикою – «хороша», чиста вода прийнятної якості. Клас якості співпадає із старим стандартом, проте за ГОСТ 2761-84 води класу 2 слід віднести до слабо забруднених вод.

4.3 Оцінка відповідно до норм країн ЄС

Оцінка якості вод відповідно до вимоги норм ЄС приведена в таблицях 4.5-4.7. Тут використані значення показників якості вод з 10%-й забезпеченістю (C_{10}), тобто такі значення, вірогідність перевищення яких складає 10%.

Таблиця 4.5 - Оцінка якості вод р. Південний Буг (м. Первомайськ) для централізованого водопостачання по C_{10}

ЛОШ	Клас	Показник	Од. вим.	C_{10i}	ГДК _i	$C_{10i} / \text{ГДК}_i$
1	2	3	4	5	6	7
–	–	рН	ед.	8,6	6,5–8,5	–
–	–	Розчинений O_2	мг/дм ³	9,06	4,0	–
–	–	Мінералізація	мг/дм ³	638	1000	–
–	–	ХСК	мгО/дм ³	13,0	15,0	–
–	–	БСК _П	мг/дм ³	4,36	3,0	–
с.–т.	3	Амоній по азоту	мгN/дм ³	0,50	2,0	–
с.–т.	3	Нітрати	мг/дм ³	9,43	45,0	–
с.–т.	3	Хром (VI)	мг/дм ³	0,019	0,05	–
орг.	4	Сульфати	мг/дм ³	78,1	500	–
орг.	4	Хлориди	мг/дм ³	59,1	350	–
орг.	3	Мідь	мг/дм ³	0,031	1,0	–
орг.	3	Залізо	мг/дм ³	0,22	0,30	–
орг.	3	Марганець	мг/дм ³	0,153	0,10	(1,53)
орг.	4	Нафта	мг/дм ³	0,046	0,30	–
орг.	4	СПАР	мг/дм ³	0,068	0,50	–
заг.	3	Цинк	мг/дм ³	0,064	1,0	–

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5	6	7
с.-т.	2	Натрій	мг/дм ³	54,8	200	0,274
	2	Нітрити	мг/дм ³	0,108	3,3	0,033
	2	Свинець	мг/дм ³	0,024	0,030	0,800
Σ						1,11

Примітка: У дужках напівжирним шрифтом виділено значення показника в долях від ГДК, використовуване в таблиці 4.6 при оцінці ступеня забруднення вод.

Таблиця 4.6 – Оцінка ступеня забруднення вод р. Південний Буг (м. Первомайськ) по C_{10} (СанПиН – 4630–88)

Показник		Од. вим.	C_i	Індекс забруд- нення	Характерис- тика ступеню забруднення
Запах		бал.	–	–	помірний (1)
Присмак		бал.	–	–	
Кратність перевищення ГДК	органолепт.	од.	1,5	1	
	сан.-токс.	од.	1,1	1	
БСК _П		мг/дм ³	4,4	1	
Розчинений кисень		мг/дм ³	9,1	0	
ЛКП		в 1 дм ³	–	–	

Таблиця 4.7 – Оцінка класу якості вод р. Південний Буг (м. Первомайськ) по C_{10} (ГОСТ 2761–84)

Показник	Од. вим.	C_i	Клас за показником	Узагальнений клас
Мутність	мг/дм ³	26,2	2	2
Кольоровість	град.	–	–	
Запах	бал	–	–	
pH	–	8,6		
Залізо	мг/дм ³	0,22	1	
Марганець	мг/дм ³	0,15	2	
Фітопланктон	мг/дм ³	–	–	
	кл/см ³	–	–	
Окисність перманганатна	мгО/дм ³	–	–	
БСК _п	мгО/дм ³	4,4	2	
ЛКП	шт. в 1 дм ³	–	–	

4.4 Аналіз результатів досліджень і рекомендації за оцінкою якості вод

По таблицях 4.5-4.7 видно, що при використанні C_{10} оцінка за санітарними нормами і старому стандарті закономірно погіршується:

– невідповідність санітарним нормам спостерігається вже не по одному показнику БСК, але і по рН, марганцю і по групі речовин з санітарно-токсикологічним ЛОШ;

– ступінь забруднення – 1 по трьом показникам (було поодинці);

– клас джерела централізованого водопостачання – 2 по трьом показникам (було поодинці).

У таблиці 4.8 приведена оцінка класу вод р. Південний Буг за новим стандартом з використанням C_{10} . Із-за двократного усереднювання (перше - індексів усередині блоків; друге – при узагальненні індексу між блоками) оцінка фактично залишилася колишньою – клас 2, «хороша, чиста вода прийнятної якості».

Таблиця 4.8 – Оцінка якості вод р. Південний Буг (м. Первомайськ) по C_{10} (ДСТУ 4808:2007)

Блок	Показник	Од. вим.	C_{10i}	Клас за показником	Блоковий індекс
I	Каламутність	мг/дм ³	26,2	2	$I_I = 2,00$ (2)
II	pH (од.)	–	8,6	4	$4+1+2+2+3+$ $+2+2+3+3+3+$ $+4+4=33$ $I_{II} = 33/12=$ $= 2,75$ (4)
	Розчинений O ₂	мг/дм ³	9,06	1	
	Сульфати	мг/дм ³	78,1	2	
	Хлориди	мг/дм ³	59,1	2	
	Магній	мг/дм ³	35,1	3	
	Мінералізація	мг/дм ³	638	2	
	ХСК	мгО/дм ³	13,0	2	
	БСК _П	мг/дм ³	4,36	3	
	Амоній (по N)	мгN/дм ³	0,501	3	
	Нітрити (по N)	мгN/дм ³	0,0328	3	
	Нітрати (по N)	мгN/дм ³	2,13	4	
Фосфати (по P)	мгP/дм ³	0,313	4		
VII	Залізо	мг/дм ³	0,224	3	$3+3+2+3+3+3+$ $3+2=22$ $I_{VII} = 22/8=$ $= 2,75$ (3)
	Мідь	мг/дм ³	0,031	3	
	Цинк	мг/дм ³	0,064	2	
	Марганець	мг/дм ³	0,153	3	
	Хром (6+)	мг/дм ³	0,019	3	
	Свинець	мг/дм ³	0,024	3	
	СПАР	мг/дм ³	0,068	3	
	Нефтопродукти	мг/дм ³	0,046	2	
1)	$I_{\text{ІІТ.}} = (2,00+2,75+2,75)/3=2,5$ (клас 2, хороша, чиста вода прийнятної якості)				
2)	$I_{\text{ІІТ.}} = (2+4+3)/3=3$ (клас 3, задовільна, слабо забруднена вода прийнятної якості)				

Насправді воду р. Південний Буг в районі м. Первомайськ не можна характеризувати як чисту, оскільки протягом року в середньому 80-85% часу зміст органічних сполук (по БСК) перевищує санітарні норми. За показником рН перевищення спостерігалися в 11% і по марганцю – в 25% випадків.

Відповідно до вітчизняних норм частота перевищень ГДК не нормується, усереднені результати вимірювань зіставляються з ГДК, тому невідповідність нормам спостерігається тільки по БСК. Проте за європейськими нормами частота перевищень ГДК повинна бути не більше 10% і вже в цьому випадку невідповідність нормам спостерігатиметься також по рН і по марганцю.

Використання середнього значення показника за деякий період, в нашому випадку 3 роки, приводить до того, що у разі збігу значення показника з нормативом (відповідає вимогам вітчизняних норм) частота перевищення цього нормативу складатиме приблизно 50% всіх спостережень, що неприпустимо за нормами країн ЄС. Якщо ж використовувати значення показників з 10%-й забезпеченістю, то збіг значення показника і нормативу приведе до перевищень не більше ніж в 10%-х всіх спостережень.

Таким чином, одним їх простих варіантів приведення у відповідність вітчизняних і європейських норм може бути використання значень показників з 10%-й забезпеченістю.

Оцінка класу якості вод за ДСТУ 4808:2007 не відповідає дійсному стану вод із-за відміченого вище подвійного усереднювання значень індексів якості вод за окремими показниками при оцінці інтегрального індексу. Цей недолік можна усунути, якщо як блокові індекси набувати не середніх значень, а якнайгірші значення індексів якості за окремими показниками з подальшим усереднюванням блокових індексів, як це прописано в документі, що діє. При одноразовому усереднюванні оцінка буде менш згладженою.

У таблиці 4.8 в дужках коштують блокові індекси, прийняті за якнайгіршими значеннями індексів якості вод за окремими показниками. Розрахунок інтегрального індексу за другим варіантом дає значення $I_{\text{ІНТ}}$, дорівнює 3, що характеризує воду як «задовільну, слабо забруднену» класу 3. Дана оцінка вже відповідає дійсному стану вод.

ВИСНОВКИ

За наслідками досліджень можна зробити наступні висновки.

1. Якість вод річки Південний Буг в районі м. Первомайськ за період 2008 – 2010 р.р. не відповідає вимогам вітчизняних норм, що пред'являються до водних об'єктів господарсько-питного призначення за змістом органічних сполук. Клас якості вод – 2 «слабо забруднені».

2. Протягом даного періоду спостерігалось перевищення нормативів в 11% проб по рН і в 25% проб по марганцю, що не відповідає вимогам норм країн ЄС.

3. Середні значення показників не дозволяють виконати оцінку якості вод у відповідності с нормами країн ЄС, оскільки ці значення мають приблизно 50%-ую забезпеченість. У разі збігу середнього значення показника з нормативом приблизно в 50% проб будуть перевищені нормативи.

4. Регламентувати частоту перевищення ГДК представляється можливим при використанні значень показників з 10% забезпеченістю. При збігу з нормативом даного значення показника частота перевищення ГДК складатиме не більше 10%, що відповідатиме вимогам норм країн ЄС.

5. Відповідно до ДСТУ 4808:2007 води р. Південний Буг відносяться до 2-го класу з характеристикою «хороші, чисті», що не відповідає дійсному стану вод. Причиною цього є подвійне усереднювання значень індексів якості за окремими показниками при розрахунку значення інтегрального індексу.

6. Усунути цей недолік представляється можливим при коректуванні алгоритму розрахунку інтегрального індексу: блокові індекси визначати не усереднюванням значень індексів за окремими показниками усередині блоку, а за якнайгіршими значеннями цих індексів усередині блоку.

Оцінка якості вод р. Південний Буг за таким варіантом дає характеристику «задовільні, слабо забруднені води» класу 3.

7. При оцінці якості вод за вітчизняними нормами бажано використовувати не середні значення показників, що мають забезпеченість 50%, а значення з 10%-й забезпеченістю. В цьому випадку оцінка відповідатиме нормам країн ЄС.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Звіт про науково-дослідну роботу “Розробити систему довгострокових заходів щодо поетапного поліпшення екологічного стану поверхневих водних ресурсів у басейні Південного Бугу”. Харків, УкрНЦОВ, 1994 р.
2. Материалы инженерных изысканий. Гидрометеорологические условия. ГП «ЧЕРНОМОРНИИПРОЕКТ». Одесса. 1993.
3. Справочник по водным ресурсам. Под ред. Б.И.Стрельцова. К., Урожай, 1987, 304 с.
4. РД 52.24.622-2001. Методические указания. Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков. С.-П., 2001.
5. Методичні вказівки до практичних занять «Розрахунок фонових концентрацій забруднюючих речовин у водному об'єкті» з дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на природне середовище» (водне середовище) для студентів III курсу очної форми навчання і IV курсу заочної форми навчання спеціальності 6.070800 «Екологія і охорона навколишнього середовища» / Сапко О.Ю., Кур'янова С.О. Одеса, ОДЕКУ, 2008 р., 30 с.
6. Юрасов С.Н., Алексеенко Е.А. Апроксимація законів розподілу показників якості вод на прикладі ріки Дністер – місто Біляївка. / Людина та довкілля. Проблеми неоекології: Науковий журнал Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. 2014. № 3-4. с. 46-51.
7. СанПиН 4630–88. Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення. Министерство здравоохранения СССР. Москва. 1988.
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v4630400-88#Text>
8. СанПиН 2.1.5.980-00: Гигиенические требования к охране поверхностных вод (взамен СанПиН 4630-88).

- <http://estateline.ru/legislation/413/>
9. Доповнення 3 до СанПіН 4630–88. Наказ № 6525-91 від 21.10.1991 р.
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v6025400-91#Text>
 10. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Наказ МОЗ України N 2675 (z1304-19) від 24.12.2019. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10/print>
 11. Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України №116 від 15.12.1994 р.
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0313-94#Text>
 12. Юрасов С.М. Методи оцінки якості природних вод: конспект лекцій. Одеса, одеський державний екологічний університет, 2020. 102 с. ISBN 978-966-186-107-6. <http://eprints.library.odku.edu.ua/7627/>
 13. Юрасов С.М. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни: методи оцінки якості природних вод. Одеса, одеський державний екологічний університет, 2018. 82 с.
<http://eprints.library.odku.edu.ua/6195/>
 14. ГОСТ 2761-84. Источники хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. Москва. 1985.
 15. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правила вибирання. К., 2007.
 16. Матеріали семінару «Основи природоохоронного законодавства України та Європейського співтовариства: водні ресурси». К.: Державний інститут підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів Мінекобезпеки України, травень 1997 р.
 17. 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.

18. Аргіров Д.Г., кер. Юрасов С.М. Забезпечення вимог норм країн ЄС при оцінки якості вод і розрахунках ГДС забруднювальних речовин зі стічними водами / Науково-практичний журнал «Екологічні науки» № 5(32). С. 142-146. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.5-32.20>

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Класифікація якості поверхневих вод – джерел питного водопостачання за гігієнічними и екологічними критеріями* [12]

№ з/п	Показники якості води у поверхневих водних об'єктах	Одиниці виміру	Класи якості води			
			1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7
I. Органолептичні показники¹⁾						
1	Запах	Бали	<1	1 – 2	3 – 4	>4
		Показник розведення за температури 25°C	<2	2 – 16	17 – 23	>23
2	Присмак	Бали	<1	1 – 2	3 – 4	>4
3	Забарвленість (кольоровість)	градуси Pt-Co шкали	<20	20 – 80	81 – 120	>120
4	Каламутність	мг/дм ³	<20	20 – 1500	1501 – 5000	>5000
II. Загально-санітарні хімічні показники						
5	Сухий залишок (мінералізація)	мг/дм ³	<400	400 – 650	651 – 1000	>1000
6	Сульфати ¹⁾	мг/дм ³	<40	40 – 120	121 – 250	>250
7	Хлориди ¹⁾	мг/дм ³	<30	30 – 100	101 – 250	>250
8	Магній	мг/дм ³	<10	10 – 30	31 – 80	>80
9	Твердість, загальна ¹⁾	ммоль/дм ³	<3	3,0 – 5,0	5,1 – 7,0	>7,0
10	Лужність ¹⁾	ммоль/дм ³	<1,5	1,5 – 4,0	4,1 – 6,5	>6,5
11	Водневий показник ¹⁾	одиниці рН	$\frac{6,9 - 7,0}{7,1 - 7,5}$	$\frac{6,8 - 6,5}{7,6 - 8,1}$	$\frac{6,4 - 6,1}{8,2 - 8,5}$	$\frac{<6,1}{>8,5}$
12	Азот амонійний ¹⁾	мгN/дм ³	<0,10	0,10 – 0,30	0,31 – 1,00	>1,00
13	Азот нітритний ¹⁾	мгN/дм ³	<0,002	0,002 – 0,010	0,011 – 0,050	>0,050
14	Азот нітратний ¹⁾	мгN/дм ³	<0,20	0,20 – 0,50	0,51 – 1,00	>1,00
15	Фосфор фосфатів ¹⁾	мгP/дм ³	<0,015	0,015 – 0,050	0,051 – 0,200	>0,200
16	Розчинений кисень	мгO ₂ /дм ³	>8,0	8,0 – 7,1	7,0 – 5,0	<5,0
17	Насичення води киснем	%	$\frac{96 - 100}{101 - 105}$	$\frac{95 - 81}{106 - 120}$	$\frac{80 - 60}{121 - 140}$	$\frac{<60}{>140}$
18	Окисність перманганатна (KMnO ₄)	мгO/дм ³	<3,0	3,0 – 10,0	10,1 – 15,0	>15,0

Продовження табл. А.1

19	Окисність біхроматна (ХСК) $K_2Cr_2O_7$	мгО/дм ³	<9,0	9,0 – 30,0	31,0 – 40,0	>40,0
20	БСК _{повне}	мгО ₂ /дм ³	<1,3	1,3 – 3,0	3,1 – 7,0	>7,0
21	Загальний органічний вуглець	мгС/дм ³	<5,0	5,0 – 15,0	15,1 – 25,0	>25,0
III. Гідробіологічні показники						
Фітопланктон ²⁾ , домінування синьо-зелених водоростей переважно у водоймах (водосховища, лимани, озера):						
22	– чисельність	тис. Кл./дм ³	<10	10 – 40	50 – 100	>100
23	– біомаса	мг/дм ³	<1	1 – 4	5 – 10	>10
Фітопланктон ²⁾ , домінування діатомових водоростей переважно у водотоках (річки, канали):						
24	– чисельність	тис. Кл./дм ³	<1	1 – 4	5 – 10	>10
25	– біомаса	мг/дм ³	<1	1 – 4	5 – 10	>10
26	Загальний рівень хронічної токсичності води	одиниці хронічної токсичності	<1	1 – 2	3 – 4	>4
27	Мікроскопічні (недосконалі) гриби	кл./дм ³	відсутність	відсутність	відсутність	відсутність
IV. Мікробіологічні показники ³⁾						
28	Загальне мікробне число (ЗМЧ)	КУО/см ³	десятки	сотні	тисячі	десятки тисяч
29	Загальні коліформи (лактозопозитивні кишкові бактерії), індекс БГКП, не більше ніж	КУО/дм ³	100	1000	10000	50000
30	Термостабільні кишкові бактерії (ТКБ), індекс	КУО/100 дм ³	відсутність ³⁾	50	500	>1000
31	Наявність патогенних ентеробактерій (сальмонели, шигели)	наявність/дм ³	відсутність ³⁾	відсутність ³⁾	відсутність ³⁾	наявність/відсутність ³⁾
32	Коліфаги, індекс	БУО/дм ³	відсутність ³⁾	10	100	1000
33	Ентеровіруси, аденовіруси та антигени ротавірусів, реовірусів, аденовірусів і вірусу гепатиту А	наявність/дм ³	відсутність ³⁾	відсутність ³⁾	відсутність ³⁾	наявність/відсутність ³⁾

Продовження табл. А.1

V. Паразитологічні показники						
34	Число патогенних кишкових найпростіших у 50 дм ³ досліджуваної проби води	клітини, цисти/ 50 дм ³	відсутність	відсутність	відсутність	відсутність
35	Число кишкових гельмінтів у 50 дм ³ досліджуваної води	клітини, яйця, личинки/ 50 дм ³	відсутність	відсутність	відсутність	відсутність
VI. Показники радіаційної безпеки						
36	Сумарна активність α-випромінювачів (Σα-активність)	Бк/дм ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
37	Сумарна активність β-випромінювачів (Σβ-активність)	Бк/дм ³	<1	<1	<1	<1
38	Стронцій-90 (⁹⁰ Sr)	Бк/дм ³	<2	<2	<2	<10
39	Цезій-137 (¹³⁷ Cs)	Бк/дм ³	<2	<2	<2	<100
40	Уран (U) сумарна активність/ концентрація природної суміші ізотопів ⁴⁾	Бк/дм ³ (мг/дм ³)	<1 (0,04) ⁴⁾	<1 (0,04)	<1 (0,04)	<1 (0,04)
41	Радій-226 (²²⁶ Ra)	Бк/дм ³	<1	<1	<1	<1
42	Радій-228 (²²⁸ Ra)	Бк/дм ³	<1	<1	<1	<1
43	Радон-222 (²²² Rn)	Бк/дм ³	<100	<100	<100	<100
44	Тритій (H-3)	Бк/дм ³	<3·10 ⁴	<3·10 ⁴	<3·10 ⁴	<3·10 ⁴
VII. Токсикологічні показники хімічного складу води (пріоритетні⁵⁾)						
Неорганічні						
45	Алюміній (Al) ¹⁾	мкг/дм ³	<50	50 – 200	201 – 500	>500
46	Барій (Ba)	мкг/дм ³	<100	100 – 1000	1001 – 2000	>2000
47	Берилій (Be)	мкг/дм ³	<0,2	0,2 – 2,0	2,1 – 4,0	>4,0
48	Бор (B)	мкг/дм ³	<100	100 – 200	201 – 4000	>4000
49	Броміди	мкг/дм ³	<100	100 – 200	201 – 500	>500
50	Ванадій (V)	мкг/дм ³	<2	2 – 10	11 – 20	>20
51	Залізо загальне (Fe) ₁₎	мкг/дм ³	<50	50 – 100	101 – 1000	>1000
52	Кадмій (Cd)	мкг/дм ³	<0,1	0,1 – 0,5	0,6 – 5,0	>5,0

Продовження табл. А.1

53	Кобальт (Co)	мкг/дм ³	<10	10 – 20	21 – 50	>50
54	Літій (Li)	мкг/дм ³	<10	10 – 50	51 – 100	>100
55	Марганець (Mn) ¹⁾	мкг/дм ³	<10	10 – 100	101 – 1000	>1000
56	Миш'як (As)	мкг/дм ³	<1	1 – 10	11 – 50	>50
57	Мідь (Cu) ¹⁾	мкг/дм ³	<1	1 – 25	26 – 50	>50
58	Молібден (Mo)	мкг/дм ³	<1	1 – 25	26 – 200	>200
59	Нікель (Ni)	мкг/дм ³	<20	20 – 50	51 – 100	>100
60	Ртуть (Hg)	мкг/дм ³	<0,20	0,20 – 0,50	0,51 – 2,5	>2,5
61	Свинець (Pb)	мкг/дм ³	<5	5 – 20	21 – 100	>100
62	Селен(Sl)	мкг/дм ³	<1,5	1,5 – 5,0	5,1 – 10,0	>10,0
63	Сурма (Sb)	мкг/дм ³	<0,1	0,1 – 0,5	0,6 – 1,0	>1,0
64	Талій (Tl)	мкг/дм ³	<0,1	0,1 – 0,5	0,6 – 2,0	>2,0
65	Фториди (F)	мкг/дм ³	<700	700 – 1000	1001 – 1500	>1500
66	Хром (III), Cr (III) ¹⁾	мкг/дм ³	<100	100 – 250	251 – 500	>500
67	Хром (VI), Cr (VI) ¹⁾	мкг/дм ³	<4	4 – 10	11 – 50	>50
68	Цинк (Zn)	мкг/дм ³	<10	10 – 100	101– 1000	>1000
69	Ціаніди (CN)	мкг/дм ³	<1	1 – 10	11 – 50	>50
Органічні						
70	Бенз(а)пірен	мкг/дм ³	<0,01	0,01–0,70	0,71–5,00	>5,00
71	Бензол ¹⁾ , ксилол ¹⁾ , толуол ¹⁾	мкг/дм ³	<5	5 – 30	31 – 70	>70
72	Етилбензол	мкг/дм ³	<0,5	0,5 – 2,0	2,1 – 5,0	>5,0
73	Нафтопродукти (загальні, вуглеводні) ¹⁾	мкг/дм ³	<10	10 – 50	51 – 200	>200
74	Пестициди хлорорганічні (сума)	мкг/дм ³	<0,1	0,1 – 1,0	1,1 – 5,0	>5,0
75	Синтетичні поверхневоактивні речовини (СПАР)	мкг/дм ³	<10	10 – 50	51 – 250	>250
76	Тетрахлорбензол	мкг/дм ³	<0,5	0,5 – 2,0	2,1 – 5,0	>5,0
77	Тетрахлорвуглець (чотирихлористий вуглець)	мкг/дм ³	<0,5	0,5 – 2,0	2,1 – 6,0	>6,0

Продовження табл. А.1

78	Тригалометани (ТГМ) – хлороформ, дибромхлорметан, дихлорметан (сума)	мкг/дм ³	<50	50 – 100	101 – 200	>200
79	Феноли леткі ¹⁾	мкг/дм ³	<1	1 – 10	11 – 50	>50
80	Хлорфеноли ¹⁾	мкг/дм ³	<0,3	0,3 – 0,5	0,6 – 1,0	>1,0

* Показники I, II, IV, V, VI, VII груп віднесені до гігієнічних, показники II, III, V, VI, VII груп – до екологічних.

¹⁾ Крім показників блоку I, органолептичні властивості (за певних умов) мають також окремі речовини з блоків II і VII.

²⁾ Стосовно глибин понад 1 м від водної поверхні.

³⁾ У разі виявлення фекальних колиформ у двох послідовно відібраних пробах води протягом 12 годин слід розпочати більш ґрунтовне досліджування води на наявність збудників інфекційних захворювань бактеріальної чи вірусної етіології (залежно від епідситуації).

⁴⁾ Оскільки вміст урану визначають фотометричним методом, треба враховувати, що масова концентрація 1 Бк природної суміші урану відповідає 0,04 мг, а тому нормою можна вважати 1 Бк/дм³ (0,04 мг/дм³).

⁵⁾ Пріоритетні токсикологічні показники: найважливіші за шкідливістю і поширенням речовини токсичної дії, які потребують першочергової уваги.

Таблиця А.2 – Класифікація якості поверхневих вод – джерел питного водопостачання за факультативними токсикологічними показниками* [12]

Показники якості води у поверхневих водних об'єктах	Одиниці виміру	Класи якості води			
		1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
Токсичні показники (факультативні)*					
Органічні					
Хлоровані алкани					
1,2-дихлоретан	мкг/дм ³	<3	3 – 25	26 – 100	>100
1,1-дихлоретан	мкг/дм ³	<200	200 – 300	301 – 1000	>1000
1,1,2-трихлоретан	мкг/дм ³	<1	1 – 3	4 – 5	>5
Хлоровані етилені					
Вінілхлорид	мкг/дм ³	<0,5	0,5 – 15	16 – 50	>50
1,1-дихлоретилен	мкг/дм ³	<7	7 – 30	31 – 100	>100
1,2-дихлоретилен	мкг/дм ³	<50	50 – 110	111 – 170	>170
Трихлоретилен	мкг/дм ³	<5	5 – 30	31 – 70	>70
Тетрахлоретилен	мкг/дм ³	<5	5 – 50	51 – 160	>160
Елементоорганічні сполуки					
Біс(трибутилолово) оксид	мкг/дм ³	<0,01	0,01 – 0,10	0,11 – 0,20	>0,20
Діалкілолово	мкг/дм ³	<0,1	0,1 – 1,0	1,1 – 2,0	>2,0
Оксид трибутилолова	мкг/дм ³	<0,2	0,2 – 2,0	2,1 – 4,0	>4,0
Тетраетилолово	мкг/дм ³	<0,01	0,01 – 0,10	0,11 – 0,20	>0,20
Трибутилметакрилатолово	мкг/дм ³	<0,01	0,01 – 0,10	0,11 – 0,20	>0,20
Інші сполуки					
Акриламід	мкг/дм ³	<0,5	0,5 – 3,0	3,1 – 10,0	>10,0
Акролеїн	мкг/дм ³	<1	1 – 10	11 – 20	>20
Гексахлорбутадиєн	мкг/дм ³	<0,6	0,6 – 3,0	3,1 – 10,0	>10,0
Гексахлорциклопентадиєн	мкг/дм ³	<1	1 – 20	21 – 50	>50
Ди(2-етилгексил)адилат	мкг/дм ³	<80	80 – 200	201 – 400	>400
Ди(2-етилгексил)фталат	мкг/дм ³	<6,0	6,0 – 7,0	7,1 – 8,0	>8,0
Епіхлоргідрин	мкг/дм ³	<0,1	0,1 – 3,0	3,1 – 10,0	>10,0
Етилендіамін тетраоцтова кислота (EDTA)	мкг/дм ³	<10	10 – 60	61 – 200	>200
Тринітрилооцтова кислота	мкг/дм ³	<50	50 – 200	201 – 500	>500
* Факультативні токсикологічні показники: менш шкідливі і поширені, ніж пріоритетні речовини токсичної дії, визначання яких доцільне, але здійснюють рідше і вибірково залежно від наявності методик аналізування вмісту і технічного оснащення лабораторної бази.					

Таблиця А.3 – Схема визначення класів и підкласів якості вод в поверхневих и підземних водних об'єктах [12]

Позначення класів якості води	Середні значення блокових індексів якості води	Позначення відповідних підкласів якості води	Характеристика класів і підкласів якості води
1	1,00 – 1,25	1	«Відмінна», дуже чиста вода
	1,26 – 1,50	1(2)	«Відмінна», дуже чиста вода з ухилом до класу «доброї», чистої води бажаної якості
2	1,51 – 1,75	1 – 2	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої
	1,76 – 1,99	2(1)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої
	2,00 – 2,25	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
	2,26 – 2,50	2(3)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабо забрудненої прийнятної якості
3	2,51 – 2,75	2 – 3	Вода, перехідна за якістю від «доброї», чистої до «задовільної», слабо забрудненої
	2,76 – 2,99	3(2)	«Задовільна», слабо забруднена вода з ухилом до класу «доброї», чистої
	3,00 – 3,25	3	«Задовільна», слабо забруднена вода прийнятної якості
	3,26 – 3,50	3(4)	«Задовільна», слабо забруднена вода з ухилом до класу «обмежено придатної» небажаної якості
4	3,51 – 3,75	3 – 4	Вода, перехідна за якістю від «задовільної», слабо забрудненої прийнятної якості до «обмежено придатної» небажаної якості
	3,76 – 3,99	4(3)	«Обмежено придатна» небажаної якості з ухилом до класу «задовільної», слабо забрудненої води, прийнятної якості
	4,00	4	«Посередня», «обмежено придатна» небажаної якості

Таблиця А.4 – Приклад розрахунку значень індексу (I_{II}) за загальносанітарними показниками (неповна оцінка якості поверхневих вод) із ДСТУ 4804:2007

Показники складу води	Одиниці виміру	Емпіричні значення показників складу і відповідних їм класів якості води	Обчислення середньо-арифметичних значень і визначення класів і підкласів якості води
Сухий залишок (мініралізація)	мг/дм ³	365-1; 365-1; 344-1; 330-1; 339-1; 357-1; 356-1; 337-1; 482-2; 496-2* ; 464-2; 480-2; 424-2	$\Sigma=18, n=13$ $\bar{x}=1,38 [1(2)]^{**}$
Сульфати	мг/дм ³	39,0-1; 40,6-2; 46,0-2; 37,6-1; 39,6-1; 20,5-1; 19,3-1; 22,9-1; 28,6-1; 46,0-2; 46,4-2 ; 19,9-1; 17,6-1; 26,4-1; 26,4-1; 27,6-1; 26,4-1; 42,0-2	$\Sigma=23, n=18,$ $\bar{x}=1,28 [1(2)]$
Хлориди	мг/дм ³	26-1; 27-1; 25-1; 28-1; 28-1; 34-2; 32-2; 32-2; 34-2; 33-2; 34-2; 27,5-1; 30-2; 32-2; 32-2; 32-2; 45-2	$\Sigma=30, n=18,$ $\bar{x}=1,67 [1-2]$
Жорсткість загальна	ммоль/дм ³	5,5-3; 5,6-3; 5,4-3; 5,6-3; 5,6-3; 6,8-3 ; 6,7-3; 6,7-3; 6,2-3; 5,1-3; 5,0-2; 5,0-2; 4,8-2; 4,8-2; 5,1-3	$\Sigma=41, n=15,$ $\bar{x}=2,73 [(2-3)]$
Водневий показник	Одиниці рН	7,7-2; 8,0-2; 8,1-2; 7,91-2; 8,0-2; 7,2-1; 7,2-1; 7,45-1; 7,2-1; 8,3-3; 8,2-3; 8,5-3 ; 8,5-3; 7,7-2; 7,68-2; 7,7-2; 7,7-2; 8,0-2	$\Sigma=36, n=18$ $\bar{x}=2,0 [(2)]$
Азот амонійний	мгN/дм ³	0,07-1; 0,1-2; 0,03-1; 0,05-1; 0,04-1; 0,06-1; 0,25-2; 0,33-3; 0,27-2; 0,35-3; 0,23-2; 0,3-2; 0,23-2; 0,3-2; 0,26-2; 0,34-3; 0,24-2; 0,32-3; 0,07-1; 0,09-1; 0,07-1; 0,09-1; 0,38-3; 0,5-3; 0,4-3; 0,52-3 ; 0,14-2; 0,18-2; 0,14-2; 0,19-2; 0,14-2; 0,18-2; 0,14-2; 0,18-2; 0,04-1; 0,05-1	$\Sigma=69, n=36,$ $\bar{x}=1,92 [2(1)]$
Азот нітритний	мгN/дм ³	0,03-3; 0,1-4; 0,03-3; 0,1-4; 0,03-3; 0,1-4; 0,024-3; 0,08-4; 0,024-3; 0,081-4; 0,033-3; 0,11-4; 0,029-3; 0,097-4; 0,035-3; 0,117-4; 0,034-3; 0,114-4; 0,06-4; 0,2-4 ; 0,06-4; 0,2-4; 0,003-2; 0,004-2; 0,01-2; 0,015-3; 0,012-3; 0,042-3; 0,012-3; 0,04-3; 0,014-3; 0,045-3; 0,013-3; 0,042-3; 0,0015-1; 0,005-2	$\Sigma=115, n=36,$ $\bar{x}=3,19 [(3)]$
Азот нітратний	мгN/дм ³	0,43-2; 1,9-4; 0,4-2; 1,77-4; 0,4-2; 1,8-4; 0,29-2; 1,28-4; 0,28-2; 1,24-4; 0,7-3; 3,1-4; 0,65-3; 2,88-4; 0,5-2; 2,21-4; 1,1-4; 4,9-4; 0,6-3; 2,6-4; 0,6-3; 2,6-4; 0,41-2; 1,8-4; 0,32-2; 1,4-4; 1,43-4; 6,33-4; 1,56-4; 6,91-4; 1,62-4; 7,0-4; 1,65-4; 7,3-4 ; 1,11-4; 4,92-4	$\Sigma=124, n=36,$ $\bar{x}=3,44 [3(4)]$

Продовження табл. А.4

Показники складу води	Одиниці виміру	Емпіричні значення показників складу і відповідних їм класів якості води	Обчислення середньо-арифметичних значень і визначення класів і підкласів якості води
Розчинений кисень	мгО ₂ /дм ³	5,44-3; 5,36-3; 5,76-3; 5,0-3; 4,8-4; 8,6-1; 7,2-2; 14,2-1; 6,24-3; 3,72-4; 3,68-4 ; 9,3-1; 9,0-1; 10,2-1; 9,9-1; 10,03-1; 9,88-1; 8,4-1	$\Sigma=38$, n=18, $\bar{x}=2,1$ [(2)]
Окислення перманганатне	мгО/дм ³	9,59-2; 8,85-2; 9,16-2; 9,0-2; 9,3-2; 7,12-2; 7,44-2; 7,28-2; 7,84-2; 8,3-2; 8,9-2; 9,7-2 ; 8,9-2; 5,14-2; 5,12-2; 5,38-2; 5,48-2; 7,04-2	$\Sigma=36$, n=18, $\bar{x}=2,0$ [(2)]
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	5,6-3; 5,2-3; 3,92-3; 8,7-4 ; 8,6-4; 3,68-3; 3,2-3; 3,36-3; 3,84-3; 1,52-2; 1,76-2; 2,8-2; 2,62-2; 3,28-3; 3,4-3; 3,36-3; 3,28-3; 3,54-3	$\Sigma=52$, n=18, $\bar{x}=2,88$ [3(2)]
Підсумкові розрахунки: $\Sigma_{x_{сер.}} = 511$; n = 244; $\bar{x} = 2,09$ [(2)]. $\Sigma_{x_{нт.}} = 33$; n = 11; $\bar{x} = 3,0$ [(3)].			
496* – напівгрубим шрифтом відмічені найгірші значення показників [1(2)]** – клас і підклас якості води			
Висновок [8]: I _{Ісер} = 3,3(?) і, згідно наведеної схеми, належить до 3 класу підкласу 3(4), тобто до «задовільної», «слабо забрудненої» води прийнятної якості з тенденцією наближення до класу обмежено придатної; I _{Інт} = 4,4(?) і належить до 4 класу якості води, тобто не бажаної обмежено придатної.			