

Методичні вказівки до практичної роботи з дисципліни “Гідрохімія річок і водойм України” для студентів V курсу денної форми навчання гідрологічного факультету за спеціальністю “Гідрологія” /Укладачі: Шакірманова Ж.Р., Кічук Н.С., – Одеса, ОДЕКУ, 2013, 29 с., укр.мова.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Основні теоретичні положення.....	6
1.1 Показники якості води.....	6
1.2 Вимоги споживачів до якості води	11
2 Оцінювання якості води.....	12
2.1 Оцінка якості води на основі нормативів екологічної безпеки водокористування.....	12
2.2 Комплексні критерії якості води.....	15
2.2.1 Індекс забруднення вод (ІЗВ).....	15
2.2.2 Коефіцієнт забрудненості (КЗ).....	17
3 Практичне завдання.....	20
3.1 Приклад розрахунку індексу забруднення вод (ІЗВ).....	20
3.2 Приклад розрахунку коефіцієнту забрудненості (КЗ).....	21
Контрольні запитання.....	25
Література до практичних завдань.....	25
Додатки.....	27

Вступ

Дисципліна «Гідрохімія річок і водойм України», вивчає закономірності розповсюдження, режим і формування розчинених у природних водах речовин, з урахуванням впливу техногенних факторів, у тому числі й радіоактивного забруднення для якісної оцінки водних ресурсів країни, їх раціонального використання і охорони.

Головна задача дисципліни «Гідрохімії річок і водойм України» – вивчення хімічного складу природних вод об'єктів, територій і зон, закономірності його формування, поширення, зміни в часі і просторі в причинному взаємозв'язку з хімічними, фізичними і біологічними процесами, що відбуваються в навколишнім середовищі.

Метою методичних вказівок є закріплення студентами знань, отриманих при вивченні дисципліни «Гідрохімія річок і водойм України».

Задача методичних вказівок – набуття на основі даних хімічного складу води практичних навичок проведення комплексної оцінки якості вод в річках та водоймах.

У результаті виконання практичних робіт студенти повинні:

Знати процеси та явища, що обумовлюють формування хімічного складу природних вод.

Вміти виконувати аналіз та проводити оцінювання якості води на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів якості вод об'єктів.

Методичні вказівки містять в собі завдання: визначення індексів забруднення (ІЗВ) та коефіцієнтів забруднення (КЗ) природних вод, узагальнення та характеристика зміни значень цих показників забрудненості природних вод за роками та по різних водних об'єктах.

Вихідні дані для виконання завдань знаходяться у методичних вказівках та видаються викладачем дисципліни.

Оцінювання виконаних практичних робіт здійснюється згідно з робочою програмою дисципліни.

1 Основні теоретичні положення

1.1 Показники якості води

Якість води в кожному конкретному випадку залежить від вимог споживача. Категорія якості води - це показник ступеня забрудненого об'єкта, який визначають за сукупністю встановлених показників складу і властивостей води (фізичних, хімічних, біологічних, бактеріологічних) і який задовольняє вимоги споживачів. Дотримання цих вимог є обов'язковим протягом визначеного часу. Відповідно до Водного кодексу України якість води - це характеристика складу і властивостей води, яка визначає її придатність для конкретного водоспоживача. Вимоги до якості води нормуються державними галузевими стандартами або технічними умовами. Єдиного показника, який характеризував би якість води, не існує, тому її якість оцінюють на підставі системи показників.

Показники якості води поділяють на фізичні, хімічні, гідробіологічні і бактеріологічні. Іншою формою класифікації показників її якості є їхній розподіл на загальні й специфічні. До загальних належать показники, характерні для будь-яких водних об'єктів. Наявність у воді специфічних для неї показників зумовлюється місцевими природними умовами та особливостями антропогенної дії на водний об'єкт.

Розглянемо основні **фізичні** показники якості води.

Температура води. У водоймах температура є результатом одночасної дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, перенесення теплоти течіями, перемішування водних мас і надходження нагрітих вод із зовнішніх джерел. Температура впливає практично на всі процеси, від яких залежать склад і властивості води. Цей показник води вимірюють у градусах Цельсія (°C).

Запах і смак. Запах води створюється специфічними речовинами, які надходять у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії компонентів, що містяться у ній, та надходження із зовнішніх (алохтонних) джерел. Виокремлюють такі види запахів: ароматичний (квітковий, огірковий), земляний, болотний, гнильний, деревинний, цвільовий, хлорний, нафтовий, фенольний, сірководневий, непевний (не подібний до жодного із зазначених запахів). Смак води буває гіркий, кислий, солоний. Усі інші смакові відчуття кваліфікують як присмаки. Інтенсивність запахів і присмаків за балами поділяють відповідно табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Класифікація вод за присмаком або запахом (в балах)

Інтенсивність присмаку або запаху	Ніякого	Дуже слабкий	Слабкий	Помітний	Виразний	Дуже сильний
Бали	0	1	2	3	4	5

Прозорість води залежить від ступеня розсіювання сонячного світла речовинами органічного та мінерального походження, які перебувають у воді в завислому і колоїдному станах. Вона визначає перебіг біохімічних процесів, які потребують освітлення (первинне продукування, фотоліз). Прозорість вимірюють у сантиметрах.

Кольоровість води зумовлюється вмістом органічних забарвлених сполук. Речовини, які забарвлюють воду, надходять у неї внаслідок вивітрювання гірських порід, перебігу продуктивних процесів усереднені водойм, з підземним стоком та із антропогенних джерел. Висока кольоровість знижує органолептичні властивості води та зменшує вміст у ній розчиненого кисню. Кольоровість води вимірюють у градусах визначають колориметрично, порівнюючи її з дихромат-кобальтової шкалою кольоровості. Один градус кольоровості відповідає вмісту в 1 дм³ розчину 2,49 мг хлорплатинату калію і 2,018 мг хлориду кобальту.

Вміст завислих речовин. Джерелом завислих речовин можуть бути процеси ерозії ґрунтів і гірських порід, помутніння донних відкладів, продукти метаболізму і розкладання гідробіонтів та хімічних реакцій, антропогенні джерела. Завислі речовини впливають на стан життєдіяльності гідробіонтів, призводять до замулювання водойм, спричинюючи їх екологічне старіння (евтрофікацію). Вміст завислих речовин визначають у грамах на метр кубічний (мг/л), пропускаючи певний об'єм води крізь щільний паперовий або мембранний фільтр. Крім того, існують візуальні способи визначення каламутності води, для чого її порівнюють з еталонними суспензіями. Останні виготовляють із відмуленого каоліну, інфузорної землі або трепелу. Прозорість води контролюють також вимірюванням висоти її стовпчика, крізь який можна нормально читати друкарський шрифт або бачити нанесений чорною фарбою на білу пластину хрест із товщиною ліній 1 мм. Глибину вимірюють за допомогою білого диска, який занурюють у воду джерела доти, доки він стане непомітним.

Бактеріологічні показники характеризують забрудненість води патогенними мікроорганізмами. До найважливіших бактеріологічних показників належать: *колі-індекс* — кількість кишкових паличок в 1 л води; *колі-титр* — кількість води в мілілітрах, в якій може бути знайдено

одну кишкову паличку; число лактозопозитивних кишкових паличок; число коліфагів.

Гідробіологічні показники дають змогу оцінити якість води за видовим складом живих організмів та рослинністю у водоймах. Зміна видового складу екосистем може відбуватися за незначного забруднення водойм, яке не виявляється жодним способом. Тому гідробіологічні показники є найчутливішими. Існує кілька способів гідробіологічного оцінювання якості води.

Оцінювання якості води за рівнем сапробності. *Сапробність* - ступінь насичення води органічними речовинами. Використовуючи шкалу, запропоновану Кольквітцем і Марссоном, за наявністю гідробіонтів у водоймі можна визначити категорію забрудненості води, так звану зону сапробності. Існують такі види цієї зони:

- *полісапробна зона* (зона найбільшого забруднення), у воді якої значиться багато решток померлих тварин і рослин, багатих на білки, жири, клітковину та продукти розкладання. В такій воді відбуваються ильні процеси анаеробного типу, розвиваються мікроорганізми, стійкі до підвищеного вмісту сірководню, оксиду карбону (IV), метану та інших органічних речовин;

- *мезосапробна зона* (зона середнього забруднення), у воді якої відбувається мінералізація органічної речовини з переважанням окисних процесів. Мікроорганізми трансформують азот амонійних солей на нітрити, сірководень — на сульфати, органічні речовини — на оксид карбону (IV) і воду. Цю зону, у свою чергу, поділяють на α - і β -мезосапробні зони, які різняться інтенсивністю окиснення. Для α -мезосапробної зони характерна наявність у воді організмів, які добре почуваються за нестачі кисню та стійкі в умовах підвищеного вмісту вуглекислого газу. У водах (β -мезосапробної зони найінтенсивніше відбувається мінералізація та повністю завершується окиснення органіки. Вміст бактерій 1 мл води досягає 100 тис.;

- *олігосапробна зона* (зона чистої води), у воді якої органічні речовини майже відсутні. Процеси окиснення нітритів до нітратів тут завершуються повністю. Залізобактерії окиснюють Fe (II) до Fe (III). Число бактерій у воді цієї зони становить 1 — 10 тис. в 1 мл.

Відповідно до цього способу водні об'єкти (або їхні ділянки) залежно від вмісту органічних речовин поділяють на полі-, α -мезо-, (β -мезо- та олігосапробні. Кожному рівню сапробності відповідає певний набір індикаторних організмів — сапробіонтів. На основі індикаторної значущості організмів та їх кількості вираховують індекс сапробності, згідно з яким визначають рівень сапробності.

Оцінювання якості води за видовим складом організмів. Зі збільшенням ступеня забрудненості водойм видовий склад, як правило,

зменшується. Тому зміна видового складу є показником зміни якості води. Оцінювання видового складу здійснюють на основі індексів різноманіття (індекси Марголефа, Шеннона та ін.).

Оцінювання якості води за функціональними характеристиками водойм. У цьому разі якість води визначають за величиною первинної продукції, інтенсивності деструкції та деякими іншими показниками.

Фізичні, бактеріологічні й гідробіологічні показники належать до загальних показників якості води. Хімічні показники можуть бути загальними і специфічними. До загальних хімічних показників якості води належать: розчинений кисень, хімічне та біохімічне споживання кисню, водневий показник (рН), вміст азоту і фосфору, мінеральний склад.

Розчинений кисень. Основними джерелами надходження кисню у водойми є газообмін з атмосферою (атмосферна реаерація), фотосинтез та зливі й талі води, які зазвичай перенасичені киснем. Окисні реакції є основним джерелом енергії для переважної більшості гідробіонтів. Розчинений у воді кисень використовується гідробіонтами для дихання та окиснення органічних речовин. Тому низький вміст розчиненого у воді кисню негативно впливає на весь комплекс біохімічних і екологічних процесів у водному об'єкті.

Хімічне споживання кисню (ХСК). ХСК — це кількість кисню в міліграмах або грамах на 1 л води, необхідна для окиснення вуглеводородних речовин до CO_2 , H_2O і NO_3 , сірководневих — до сульфатів і фосфоровмісних — до фосфатів. ХСК визначають окисненням домішок води за допомогою дихромату калію ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) або перманганату натрію (NaMnO_4). Величина ХСК дає змогу оцінити вміст окисних речовин, але не дає інформації про їхній склад. Тому ХСК належить до узагальнених показників.

Біохімічне споживання кисню (БСК). БСК — це кількість кисню, що витрачається за певний проміжок часу на аеробне біохімічне окиснення (розкладання) нестійких органічних сполук, які містяться у воді. БСК визначають для різних проміжків часу: 5 діб (БСК_5), 20 діб (БСК_{20}), незалежно від часу для повного окиснення органіки ($\text{БСК}_{\text{пов}}$). Кількість ХСК і БСК визначають у міліграмах кисню в 1 л. Тому ХСК визначають як кількість кисню, що споживається для хімічного окиснення органічних і неорганічних сполук, які містяться у воді, під дією окисників. БСК — це кількість кисню, що споживається для біохімічного окиснення речовин, які містяться у воді, в аеробних умовах. Отже, ХСК і БСК можна розглядати як загрозу антропогенної евтрофікації водойм.

Водневий показник (рН). Активну реакцію води виражають водневим показником (рН), який є від'ємним десятковим логарифмом активності йонів Гідрогену:

$$\text{pH} = -\lg [\alpha_{\text{H}^+}]. \quad (1.1)$$

Величину рН вимірюють електрометрично або за допомогою індикаторів. Від рН води залежить розвиток водяних і сільськогосподарських рослин, перебіг продукційних та багатьох інших процесів водопідготовки.

Азот. У природних водах азот може перебувати у вигляді вільних молекул N_2 і різних сполук у розчиненому, колоїдному або завислому стані. В загальному азоті природних вод прийнято виділяти органічну і мінеральну форми. Основними джерелами надходження азоту є процеси, які відбуваються всередині водойми, газообмін з атмосферою, атмосферні опади та антропогенне забруднення. Різні форми азоту в процесі його колообігу можуть трансформуватися, переходячи з однієї форми в іншу. Азот належить до найважливіших лімітуючих біогенних елементів. Високий уміст його у воді прискорює процеси евтрофікації водойм.

Фосфор. У вільному стані в природних умовах фосфор не виявлено. В природних водах він перебуває у вигляді органічних і неорганічних сполук. Основна маса фосфору перебуває в завислому стані. Сполуки Фосфору надходять у воду в результаті різних процесів у водоймі, вивітрювання і розчинення гірських порід, обміну з донними відкладами та із антропогенних джерел. На вміст різних форм фосфору впливають процеси його колообігу. На відміну від азоту колообіг фосфору не збалансований, тому вміст його у воді нижчий. Фосфор найчастіше буває тим лімітуючим біогенним елементом, уміст якого визначає характер продукційних процесів у водоймах.

Мінеральний склад визначають за сумарним умістом семи головних йонів: Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Основними джерелами підвищення мінералізації є ґрунтові та стічні води. За ефектом дії на гідробіоти та організм людини несприятливими є як високі, так і занадто низькі показники мінералізації води.

До специфічних показників якості належать феноли, нафтопродукти, ПАР і ШПАР, важкі метали і пестициди.

Феноли надходять у водойми з антропогенних джерел у процесі метаболізму гідробіотів і біохімічної трансформації органічних речовин. Джерелом надходження фенолів є гумінові речовини, що утворюються в ґрунтах і торф'яниках. Феноли токсично діють на гідробіоти та погіршують органолептичні властивості води.

Нафтопродукти. До нафтопродуктів належать пальне, масла і мастила, бітуми та деякі інші продукти, які є вуглеводнями різних класів. Джерело надходження нафтопродуктів — витікання їх під час видобування, перероблення і транспортування, стічні води. Незначна кількість нафтопродуктів може виділятися в результаті процесів, що відбуваються у водоймах. Вуглеводні, що входять до складу нафтопродуктів, мають

токсичну і незначну наркотичну дію на живі організми та уражують серцево-судинну й нервову системи.

Поверхнево-активні речовини (ПАР) і штучні поверхнево-активні речовини (ШПАР). До ПАР належать органічні речовини, які мають різко виражену здатність до адсорбції на поверхні розподілу повітря - рідини. У воду здебільшого потрапляють ШПАР. Останні мають токсичну дію на гідробіоти і людину, зменшують газообмін водою з атмосферою та інтенсивність процесів усередині водою, погіршують органолептичні властивості води. ШПАР - це речовини, що розкладаються дуже повільно.

Важкі метали. Досить поширеними важкими металами є свинець, мідь, цинк, хром, кадмій, кобальт. Важкі метали мають мутагенну і токсичну дію, різко зменшують інтенсивність біохімічних процесів у водоймах.

Пестициди. До пестицидів належить велика група штучних хлоро і фосфороорганічних речовин, які застосовують у сільському господарстві для боротьби з бур'янами, комахами і гризунами. Основним джерелом їх надходження є поверхневий і дренажний стік із сільськогосподарських угідь. Пестициди мають токсичну, мутагенну та кумулятивну дію. Вони руйнуються поступово. Їх визначають у певному об'ємі (г/м^3 , мг/дм^3 , мг/л) за допомогою хіміко-аналітичних методів.

1.2 Вимоги споживачів до якості води

Вимоги споживачів до якості природної води можуть бути різними і залежать від її цільового призначення:

- господарсько-питних цілей і харчової промисловості;
- сільськогосподарських цілей (тваринництво і зрошування);
- охолодження;
- паросилового господарства;
- технологічних потреб у промисловості;
- заводнення нафтових пластів.

Відповідно до завдання методичних вказівок розглядаються вимоги споживачів до якості води лише для сільськогосподарських цілей (тваринництво і зрошування).

Вода для використання в сільському господарстві. Вода, яку користують для напування тварин і птиці, має відповідати вимогам якості води для господарсько-питних цілей. Проте такі показники, як кольоровість, прозорість і запах, можуть бути дещо нижчими. Температура води має становити від 8 до 15 °С. Допустимий ступінь мінералізації води визначається смаковими якостями.

Мінералізація води, яку використовують в іригаційних системах для зрошення сільськогосподарських угідь, не повинна перевищувати 1,5 г/дм³. Підвищена мінералізація зумовлює засолювання ґрунтів та зменшення врожаю. Вода з мінералізацією до 1 г/дм³ придатна для зрошення всіх сільськогосподарських культур. У разі незадовільних умов дренажу і фільтраційних властивостей ґрунтів уміст солей у поливній не повинен перевищувати наведену вище норму. Хлорид натрію та сільфати натрію і магнію, особливо карбонат натрію, засолюють ґрунти і роблять їх непридатними для рільництва. Воду з помірним умістом сульфату кальцію і карбонату магнію можна використовувати для зрошення.

2 Оцінювання якості води

Згідно з Водним кодексом України, оцінювання якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів якості водних об'єктів. Водний об'єкт — це зосередження природних вод на поверхні суші чи в земній корі, яке має характерні форми поширення та риси гідрологічного режиму і належить до природних ланок колообігу води: річки, озера, різні поверхневі та підземні води, льодовики, внутрішні моря.

2.1 Оцінювання якості води на основі нормативів екологічної безпеки водокористування

Чинні нормативи дають змогу оцінити якість води, яку використовують для комунально-побутового, господарсько-питного і рибогосподарського водокористування. До комунально-побутового водокористування належить використання водних об'єктів для купання, заняття спортом і відпочинку; до господарсько-питного водокористування — використання водних об'єктів як джерел господарсько-питного водозабезпечення та для водозабезпечення підприємств харчової промисловості, до рибогосподарського водокористування — використання водних об'єктів як середовища проживання риб та інших водяних організмів. Водні об'єкти рибогосподарського призначення поділяють на вищу, першу і другу категорії. Різні ділянки одного водного об'єкта можуть належати до різних категорій водокористування.

До нормативної бази оцінювання якості води входять загальні вимоги до складу і властивостей води та значення гранично допустимих концентрацій (ГДК) речовин у воді водних об'єктів. Залежно від значень

показників якості води поверхневі води віднесено до певних категорій і класу якості води. Класи і категорії, які використовують для екологічної класифікації якості води, наведено в табл. 2.1

Загальні вимоги визначають допустимі склад і властивості води, які оцінюють найважливішими фізичними, узагальненими хімічними й бактеріологічними показниками. Вони можуть задаватися у вигляді конкретної величини, зміни величини показника в результаті дії зовнішніх факторів або у вигляді якісної характеристики показника.

Таблиця 2.1 - Класи і категорії якості поверхневих вод суші

Клас якості води	I		II		III		IV	V
Категорія якості води	1	2	3	4	5	6	7	
Назва класів і категорій якості води за ступенем їх забруднення	Дуже чисті		Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні
	Дуже чисті		Чисті	Досить чисті	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні
Трофність	Оліготрофні		Мезотрофні		Евтрофні		Політрофний	Гіпер трофні
	Оліготрофні - олігомезотрофні		Мезотрофні	Мезоевтрофні	Евтрофні	Евполітрофні		
Сапробність	Олігосапробні		β-Мезосапробні		α-Мезосапробні		Полісапробні	
	β-Олігосапробні	α-Олігосапробні	β'-Мезосапробні	β''-Мезосапробні	α'-Мезосапробні		α''-Мезосапробні	Полісапробні

Установлено **два види нормативів**. Санітарно-гігієнічні нормативи якості води (для потреб населення) - науково обґрунтовані величини концентрації забруднювальних речовин та показники якості води (загальнофізичні, біологічні, хімічні, радіаційні), які не впливають прямо або опосередковано на життя та здоров'я населення. Рибогосподарські нормативи якості води - це науково обґрунтовані величини концентрації забруднювальних речовин та показники якості води (загальнофізичні,

біологічні, хімічні, радіаційні), які не впливають на збереження і відтворення промислово цінних видів риб.

ГДК — максимальний вміст речовини у воді, який не знижує працездатності й самопочуття людини, не шкодить її здоров'ю у разі постійного контакту та не зумовлює небажаних (негативних) наслідків у нащадків. Якщо концентрація будь-якої речовини у воді перевищує ГДК, то вода вважається непридатною для певного виду водокористування. ГДК, наведені у Санітарних правилах і нормах, ДСанПіН № 136/1940 та в Узагальненому переліку ГДК шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм.

За характером негативної дії всі речовини поділяють на групи, причому кожна група поєднує речовини однакової ознаки дії, які називають *ознаками шкідливості*. Одна й та сама речовина за різних концентрацій може виявляти різні ознаки шкідливості. Ознака шкідливості, яка виявляється за найменшої концентрації речовини, називають *лімітуючою ознакою шкідливості* (ЛОШ). У водних об'єктах комунально-побутового і господарсько-питного водокористування розрізняють три види ЛОШ — органолептичний, загальносанітарний і санітарно-токсикологічний. У водних об'єктах рибогосподарського водокористування крім названих виділяють ще два види ЛОШ — токсикологічний і рибогосподарський.

Під час оцінювання якості води у водоймах комунально-побутового і господарсько-питного водокористування враховують також клас небезпечності речовини. Його визначають залежно від токсичності, кумулятивності, мутагенності і ЛОШ речовини. У процесі оцінювання якості води враховують принцип адитивності — односпрямованої дії. Згідно з цим принципом належність кількох речовин до однієї й тієї самої ЛОШ виявляється в сумі їх негативної дії. З урахуванням сказаного оцінку якості води з погляду екологічної безпеки водокористування виконують за такою методикою. Водні об'єкти вважають придатними для комунально-побутового і господарсько-питного водокористування, якщо одночасно виконуються такі умови:

- не порушуються загальні вимоги до складу і властивостей води для відповідної категорії водокористування;
- для речовин, які належать до третього і четвертого класів небезпечності, виконується умова: $C \leq \text{ГДК}$, де C — концентрація речовини у водному об'єкті, мг/дм³;
- для речовин, які належать до першого і третього класів небезпечності, виконується умова: $\sum C_i / \text{ГДК}_i \leq 1$, де C_i і ГДК_i — відповідно концентрація і ГДК-ї речовини, яка належить до цього ЛОШ. Норми якості води мають виконуватися;
- для водотоків комунально-побутового і господарсько-питного водо-

користування — на акваторії в радіусі не менше ніж 1 км від пункту водокористувача;

- для водотоків рибогосподарського водокористування в межах всієї рибогосподарської ділянки водотоку, починаючи з контрольного створу (контрольний створ — поперечний перетин водотоку, в якому здійснюється контроль за якістю води), розміщеного не далі ніж 500 м униз за течією від джерела надходження домішок.

2.2 Комплексні критерії якості води

Оцінка якості води є досить трудомістким завданням, оскільки воно базується на порівнянні середніх концентрацій, які спостерігаються в пункті контролю якості вод, з установленими нормами (ГДК - гранично допустимими концентраціями) для кожного інгредієнта. Особливі труднощі виникають, якщо необхідно показати тенденцію якості води за кілька років. Якщо на ділянці водного об'єкта концентрації одних інгредієнтів знижуються, а інших підвищуються, то комплексно оцінити якість води і виявити тенденцію дуже важко. Це приводить до необхідності розробки методики комплексної оцінки якості вод.

Останнім часом розроблено багато відповідних методик, проте більшість з них надзвичайно громіздкі, потребують дані вмісту у воді таких компонентів, які нечасто визначаються контролюючими органами, або ж використовують складний математичний апарат. Тому в оперативній роботі Держкомгідромету і Держводагенства надається перевага визначенню ІЗВ (індексів забруднення вод) та КЗ (коефіцієнта забрудненості природних вод) Оцінювання за цими показниками дає змогу виконати порівняння якості вод різних водних об'єктів між собою, незалежно від наявності різних забруднювальних речовин, виявити тенденцію якості вод в часі.

2.2.1 Індекс забруднення вод (ІЗВ)

Індекс забруднення для поверхневих вод розраховується лише за певною кількістю показників. За результатами аналізів кожного з показників виводиться середньоарифметичне значення. Кількість аналізів для визначення середнього значення має бути не меншою за 4. Якщо при розрахунку середньоарифметичного використовувались значення, які виходять за межі звичайного ряду спостережень (у результаті аварійного скиду забруднювальних речовин), у тексті повинна бути відповідна примітка. Розрахунок ІЗВ виконується за формулою

$$ІЗВ = \sum \frac{C}{ГДК} / n, \quad (1.2)$$

де *ГДК* – гранично допустима концентрація (значення) показника;

C - фактична концентрація (значення) показника;

n — кількість показників.

Для поверхневих вод кількість показників, які беруться для розрахунку ІЗВ, повинна бути не меншою 5, незалежно від того, перевищують води ГДК чи ні, але обов'язково включати розчинений кисень та БСК5. Для морських вод кількість показників повинна бути не меншою 4 і включати обов'язково розчинений кисень. В цілому показники вибираються незалежно від лімітуючої ознаки шкідливості, при рівних концентраціях показників перевага надається речовинам, які мають токсикологічну ознаку шкідливості.

З урахуванням того, що величина біохімічного споживання кисню (БСК5) є інтегральним показником наявності легкоокиснюваних органічних речовин (ГДК для повного БСК становить 3 мг/л щодо O₂), а також того, що зі зростанням вмісту легкоокиснюваних органічних речовин і зменшенням вмісту розчиненого кисню якість вод знижується непропорційно різко, нормативи для цих показників при розрахунках ІЗВ беруться дещо інші, ніж ГДК (табл. 1.3 і 1.4).

Таблиця 1.3 - Нормативи для БСК₅ при розрахунках ІЗВ

Біохімічне споживання кисню (БСК ₅), мг/дм ³ щодо O ₂	Норматив, мг/л щодо O ₂
До 3	3
3-15	3
Понад 15	1

Таблиця 1.4 - Нормативи для розчиненого кисню при розрахунках ІЗВ

Розчинений кисень, мг/дм ³	Норматив, мг/дм ³
Понад 6	6
Менше 6-5	12
Менше 5-4	20
Менше 4-3	30
Менше 3-2	40
Менше 2-1	50
Менше 1-0	60

Для того, щоб порівняти якість вод у різних створах, визначити їх динаміку, використовують як критерії класи якості води (табл. 1.5)

Розрахунок ІЗВ ($I_{ІЗВ}$) за роками, наприклад, за 2011 і 2012, ведеться за формулою

$$I_{ІЗВ} = \frac{ІЗВ_{2012} - ІЗВ_{2011}}{ІЗВ_{2011}} 100\% . \quad (1.3)$$

Таблиця 1.5 – Критерії оцінки якості вод за ІЗВ для поверхневих вод

Клас якості вод	Текстовий опис	Величина ІЗВ
I	Дуже чиста	$\leq 0,3$
II	Чиста	$> 0,3 - 1,0$
III	Помірно забруднена	$> 1,0 - 2,5$
IV	Забруднена	$> 2,5 - 4,0$
V	Брудна	$> 4,0 - 6,0$
VI	Дуже брудна	$> 6,0 - 10,0$
VII	Надзвичайно брудна	$> 10,0$

2.2.2 Коефіцієнт забрудненості (КЗ)

Коефіцієнт забрудненості (КЗ) є узагальненим показником, що характеризує рівень забрудненості сукупно по низці показників якості води, які багаторазово виміряні у кількох пунктах (створах) спостережень водних об'єктів.

Величина КЗ характеризує кратність перевищення нормативів у долях ГДК. Наприклад, $КЗ = 1,2$ означає, що нормовані показники якості води даного водного об'єкта (регіону, ділянки) у середньому в 1,2 рази (або на 20%) перевищують ГДК. Іншими словами, якість води у цьому випадку у 1,2 разу гірше нормативного.

Будь-які значення КЗ, що перевищують одиницю, свідчать про порушення діючих норм. Тотожність КЗ одиниці означає, що для даного водного об'єкта всі нормовані показники якості води в усіх пунктах (створах) спостережень при всіх вимірюваннях протягом досліджуваного періоду відповідають діючим нормам якості води. Значень менше одиниці коефіцієнт забрудненості приймати не може.

Оскільки водний об'єкт призначено для кількох видів водокористування, то при розрахунку КЗ слід враховувати ті нормативи,

які висувають найбільш високі вимоги до якості води. Звичайно такими є нормативи якості води для водойм рибогосподарського призначення.

Перелік промислових ділянок рибогосподарських водних об'єктів (їх частин) затверджено постановою Кабінету міністрів України від 27 травня 1996 р. №552. При розрахунку КЗ водних об'єктів, що не є рибогосподарськими, потрібно використовувати гранично допустимі концентрації (ГДК) для об'єктів господарсько-побутового водокористування (або інші норми, офіційно встановлені для даного об'єкта). Втім КЗ дозволяє зіставляти обидва типи цих об'єктів з погляду задоволення у кожному із них своїх нормативів.

Значення КЗ вираховуються за формулами:

$$\gamma = 0,1 \sum_{i=1}^{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^{N_{ij}} \gamma_{ijn} \right); \quad (1.4)$$

$$\gamma_{ijn} = \begin{cases} \frac{C_{ijn}}{ГДК_i}, & \text{якщо } ГДК_i \text{ порушено } (C_{ijn} > ГДК_i), \\ 1, & \text{якщо } ГДК_i \text{ задовольняє } (C_{ijn} \leq ГДК_i), \end{cases} \quad (1.5)$$

де i , 10 – порядковий номер і загальна кількість контрольованих показників;

j , J – порядковий номер і загальна кількість пунктів (створів) спостережень;

n , N_{ij} – порядковий номер і загальна кількість вимірювань i -го показника в j -му пункті (створі) за період часу, що аналізують (квартал, рік, тощо);

N_i – загальне число вимірювань i -го показника в усіх пунктах (створах) спостережень;

γ_{ijn} – кратність перевищення ГДК при n -му вимірюванні i -го показника у j -му пункті (створі) спостережень.

Значення КЗ розраховується тільки для десяти показників. До складу цих показників включаються ті показники, що у найбільшу міру перевищують значення ГДК. У разі, якщо число показників, що перевищують ГДК, менше десяти (наприклад, 7), у формулі (1.4) значення величин γ_{ijn} для решти показників (наприклад, для восьмого, дев'ятого і десятого) приймається рівним одиниці.

Для деяких речовин нормативи вимагають повної їхньої відсутності у природних водах. Для кожного із них у формулі (1.5) замість $ГДК_i = 0$

необхідно підставляти те значення концентрації, яке ще може бути виявлено за найбільш чутливою методикою вимірювання даної речовини, тобто найменший з порогів його виявлення.

Наведені формули застосовують для тих показників якості води, що для них ГДК задає верхню допустиму границю (тобто те значення, що не можна перевищувати). Якщо ж нормується нижня границя (наприклад, для розчиненого кисню і водневого показника рН), то у випадку їхнього порушення розрахунок кратності перевищення (γ_{ijn}) ведеться за іншими формулами:

$$\gamma_{ijn} = \begin{cases} 1 & \text{при } C_{ijn} \geq \text{ГДК}_i \\ 1 + 9 \frac{\text{ГДК}_i - C_{ijn}}{\text{ГДК}_i - \text{ВЗ}_i} & \text{при } \text{ВЗ}_i \leq C_{ijn} < \text{ГДК}_i \\ 10 + 90 \frac{\text{ВЗ}_i - C_{ijn}}{\text{ВЗ}_i - \text{ЕВЗ}_i} & \text{при } C_{ijn} < \text{ВЗ}_i \end{cases} \quad (1.6)$$

Для розчиненого у воді кисню значення ВЗ та ЕВЗ згідно з додатком 2 ЄМК („Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод”) дорівнюють 3 мг/дм³ та 2 мг/дм³. Для рН тимчасово (до встановлення критеріїв ВЗ та ЕВЗ) можна використовувати у формулу (1.6) значення ВЗ_і = 6 од. рН та ЕВЗ_і = 4 од. рН.

Методика дає можливість підрахувати не тільки загальний КЗ для водного об'єкта чи ділянки, а також узагальнені характеристики забрудненості по одному будь-якому показнику по всій ділянці (γ_i) і по всіх показниках для будь-якого створу (γ_j):

$$\gamma_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^{N_{ij}} \gamma_{ijn} , \quad (1.7)$$

$$\gamma_j = \frac{1}{I_j} \sum_{i=1}^{I_j} \left(\frac{1}{N_{ij}} \sum_{n=1}^{N_{ij}} \gamma_{ijn} \right) , \quad (1.8)$$

де I_j – кількість показників якості води, що виміряні у j -му створі.

Отримані числові значення КЗ дозволяють оцінити стан води за рівнями забрудненості відповідно табл.1.6.

Таблиця 1.6 – Показники забрудненості вод за коефіцієнтом забрудненості (КЗ)

Значення КЗ	1	1,01...2,50	2,51...5,00	5,01...10,00	Більше 10
Рівень забрудненості	Незабруднені (чисті)	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні

3 Практичне завдання

3.1 Приклад розрахунку індексу забруднення вод (ІЗВ)

Мета роботи: Одержати практичні навички розрахунку індекса забрудненості природних вод. Узагальнити та дати характеристику зміни значень індекса забрудненості природних вод за роками.

Порядок розрахунків. Розрахунок ІЗВ виконується за формулою (1.2).

Для поверхневих вод кількість показників, які беруться для розрахунку ІЗВ, повинна бути не меншою 5, незалежно від того, перевищують води ГДК чи ні, але обов'язково включати розчинений кисень та БСК5. Для морських вод кількість показників повинна бути не меншою 4 і включати обов'язково розчинений кисень.

При розрахунках ІЗВ нормативи для показників (БСК5) і вмісту розчиненого кисню беруться за табл. 1.3 і 1.4.

Причому, на відміну від інших показників, для розчиненого кисню при розрахунках ІЗВ береться співвідношення норматив/реальна концентрація.

Приклад розрахунку ІЗВ для оз.Ялпуг (вихідні дані в дод.А) наведено в табл. 1.7.

Таблиця 1.7 - Розрахунки середньорічних ІЗВ для озера Ялпуг

№ з/п	Показник	Співвідношення С/ГДК, мг/дм ³		
		2010 р.	2011 р.	2012 р.
1	Азот амонійний	0,31	0,30	0,47
2	Азот нітритний	0,20	0,25	0,40
3	Нафтопродукти	0,32	0,40	0,32
4	Феноли	0,8	0,8	2,3
5	БСК ₅	2,05	2,2	3,1
	∑С/ГДК	3,68	3,95	6,95
	ІЗВ(∑С/ГДК)/5	0,74	0,79	1,32
	Клас якості	II	II	III

Розрахунок співвідношення, наприклад, для БСК₅ виконується таким чином. При значеннях БСК₅ у 2010 р. – 4,1 мг/дм³ щодо О₂, 2011 р. – 4,4 мг/дм³ щодо О₂, 2012 р. – 6,2 мг/дм³ щодо О₂ з табл. 1.2 береться відповідний норматив 2, на який потім ділять середньорічні величини БСК₅. Було отримано співвідношення: 2,05; 2,2; 3,1.

Для інших показників співвідношення визначені як С/ГДК.

ІЗВ розраховувались як:

2010 р. – $3,68/5 = 0,74$;

2011 р. – $3,95/5 = 0,79$;

2012р. – $6,59/5 = 1,32$.

Для того щоб порівняти якість вод у різних створах, визначити їх динаміку, використовують як критерії класи якості води (табл. 1.5).

Згідно числового значення ІЗВ, річкові води оз. Ялпуг в 2010, 2011 роках належать до категорії чистих вод, а в 2012 році належать до категорії вод з помірним рівнем забруднення.

Зміни ІЗВ ($I_{ІЗВ}$) за роками, наприклад, за 2011 і 2012, розраховують за формулою 1.3

$$I_{ІЗВ} = \frac{1,32 - 0,79}{0,79} 100\% = 0,59/0,79 * 100 = 75\%.$$

3.2 Приклад розрахунку коефіцієнту забрудненості (КЗ)

Мета роботи: За даними проб води у озерах та річках (додаток А) розрахувати значення КЗ річкової води за порядком наведеним нижче.

Порядок розрахунків: розрахунки значення КЗ річкової води за даними аналізу проб води ведемо на прикладі р. Серет-м.Чортків за 2000-2005 рр., наведених у табл. 1.8 (графа 2,3,4,5).

Розрахунок КЗ проводиться у наступній послідовності:

а) розглядаються усі дані по одному (і-му) показнику в одному (j-му) пункті (створі) спостережень. Якщо норматив не задовольняється, підраховується кратність перевищення ГДК, якщо задовольняється – ця кратність приймається рівною одиниці. Отримані числа підсумовуються по всіх вимірюваннях і-го показника в j-му створі. Результат позначається як $\sum \gamma_{ijn}$ та записується у таблицю у вигляді сумарної кратності перевищення ГДК для усіх вимірювань і-го показника в j-му пункті (створі) спостережень;

б) підсумовуються величини ($\sum \gamma_{ijn}$) для одного і-го показника по усіх пунктах (створах) спостережень. Результати записуються у строку таблиці, позначену як $\sum \sum \gamma_{ijn}$;

в) підраховується N_i – загальна кількість вимірювань і-го показника (як задовольняючих, так і не задовольняючих ГДК) у всіх пунктах (створах);

г) отриманий у п. "б" результат поділяється на загальну кількість усіх вимірювань (N_i), що дає величину γ_{ijn} – коефіцієнт забрудненості (КЗ) по і-му показнику;

д) загальний коефіцієнт забрудненості вираховується як сума КЗ для показників, поділена на кількість цих показників.

Величини КЗ слід розраховувати з точністю до сотих і записувати у вигляді десятинних дробів із двома знаками після коми.

При розрахунку КЗ необхідно звертати увагу на систематичність спостережень, тобто на наявність даних за усіма контрольованими показниками для усіх інтервалів розрахунку. Під систематичними спостереженнями розуміються такі спостереження, коли в одиницю часу (наприклад, рік, квартал) проводиться однакова (або приблизно однакова) кількість вимірювань за усіма показниками. Відсутність даних по декількох показниках може привести до перекручування величини КЗ.

Особливо уважно слід контролювати наявність даних за тими показниками, які часто найбільшою мірою перевищують ГДК. При відсутності даних за такими показниками для усього інтервалу часу, що аналізується або для усієї досліджуваної ділянки слід орієнтовно оцінювати ці дані. Якщо це неможливо, КЗ можна рахувати без цих показників, але при цьому потрібно мати на увазі, що такі КЗ не можна зіставляти з іншими. У обох випадках розраховані значення КЗ необхідно супроводжувати відповідними примітками.

Показник КЗ повинен плавно змінюватись у часі та просторі. Різкі зміни („скачки”) КЗ вказують або на появу нового джерела забруднення, або на помилку у розрахунках, або на недостовірність деяких даних.

Аналіз причин зміни КЗ здійснюється з урахуванням змін водності: при постійному навантаженні на водний об'єкт значення КЗ зменшуються при збільшенні витрат води.

Коефіцієнт забрудненості річкових вод р. Серет визначався за послідовністю, наведеною у п. 3.2. Розрахунки коефіцієнта забруднення наведені у таблиці 1.8.

Згідно числового значення КЗ, річкові води р. Серет належать до категорії вод з помірним рівнем забруднення. Нормовані показники якості води р. Серет у середньому в 3,17 раз (або на 32%) перевищують ГДК. Іншими словами, якість води, у даному випадку, у 3,17 разу гірше нормативного.

Спостерігається перевищення гранично-допустимих концентрацій (ГДК) по біохімічному споживанню кисню. Це пов'язано зі скидом стічних вод комунальних та промислових підприємств.

Протягом досліджуваного періоду спостерігається тенденція зросту вмісту азоту нітратного у воді річки майже вдвічі. Річка зазнає значного впливу стічних вод промислових підприємств особливо після їх біологічної очистки.

Серед забруднюючих речовин у річкових водах р. Серет значним перевищенням ГДК виділяються феноли та нафтопродукти. Величина фенолів корелюється з температурою води. При збільшенні температури води знижується концентрація фенолів і навпаки. Спостерігається залежність вмісту нафтопродуктів від швидкості течії річки. При збільшенні швидкості течії зменшується вміст нафтопродуктів. Високий вміст їх у річці пояснюється близьким розташуванням до річки автомобільних доріг. Відмічається незначне зростання концентрацій нафтопродуктів за останній час, це може бути пов'язано з збільшенням кількості автомобілів та АЗС у регіоні.

Таблиця 1.8 -Розрахунок КЗ для р. Серет за період з 2000 по 2005 рр.

Найменування контрольних пунктів (створів)	Нормовані показники											
	БСК ₅	Азот амонійний	Азот нітратів	Азот нітритів	Мідь	Цинк	Залізо загальне	Хром шестивалентний	Хлориди	Нафтопродукти	Феноли	γ
ГДК, мг/дм ³	3,0	0,39	9,1	0,02	0,001	0,01	0,1	0,001	300	0,05	0,001	
Концентрації домішок, мг/дм³												
В.Березовиця	5,91	0,87	0,28	0,013	0,006	0,020	0,24	0,004	23,3	0,42	0,003	
Чортків 1	3,28	0,49	0,26	0,009	0,005	0,014	0,21	0,003	27,2	0,15	0,001	
Чортків 2	3,38	0,77	0,28	0,011	0,009	0,017	0,26	0,004	29,1	0,24	0,002	
Чортків 3	3,58	1,09	0,29	0,012	0,010	0,020	0,37	0,005	31,8	0,24	0,003	
Розрахунок $\sum \gamma_{ijn}$												
В.Березовиця	1,97	2,23	1	1	6,0	2,0	2,4	4,0	-	8,4	3,0	
Чортків 1	1,09	1,26	1	1	5,0	1,4	2,1	3,0	-	3,0	1,0	
Чортків 2	1,13	1,97	1	1	9,0	1,7	2,6	4,0	-	4,8	2,0	
Чортків 3	1,19	2,79	1	1	10,0	2,0	3,7	5,0	-	4,8	3,0	
Розрахунок КЗ												
$\sum \sum \gamma_{ijn}$	5,38	8,25	4	4	30,0	7,1	10,8	16,0	-	21,0	9,0	
N_i	4	4	4	4	4	4	4	4	-	4	4	
γ_i	1,35	2,06	1	1	7,5	1,78	2,7	4,0	-	5,25	2,25	2,89

3,17- загальне значення КЗ для р. Серет за період 2000-2005 р.р.

Контрольні запитання:

1. Що розуміють під якістю води?
2. Як оцінюється якість води за рівнем сапробності?
3. Які показники визначають якість води?
4. Дайте визначення ХСК і БСК. Що в них спільного і чим вони різняться?
5. У чому суть водневого показника і як він впливає на якість води?
6. Як здійснюється оцінювання якості води на основі нормативів екологічної безпеки водокористування?
7. Що називають лімітуючою ознакою шкідливості?
8. Які вимоги ставляться до якості господарсько-питної води?
9. Які вимоги ставляться до якості охолодної води?
10. Які вимоги ставляться до якості технічної води?
11. Дайте визначення ІЗВ та КЗ. Що в них спільного і чим вони відрізняються?
12. Як впливають на якість води органічні речовини й пестициди?
13. Як впливають мікробіологічні й біологічні забрудники на якість питної води?

Література до практичних завдань

Основна література

1. Горєв Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України. – К.: Вища шк., 1995. – 307 с.
2. Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Загальна гідрохімія. – К.: Либідь, 1997. – 382 с.
3. Справочник по гідрохімії/ Под ред. А.М. Никанорова. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 391 с.

Додаткова література

1. Кульский Л. А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – 3-е изд., перераб. и доп. – К.: Наук, думка, 1980. - 564 с.
2. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
3. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды: В 2 ч. / Л. А. Кульский, И. Т. Гороновский, А. М. Когановский, М. А. Шевченко. – К.: Наук. думка, 1980. - Ч. 1-2.

4. Запольський А. К., Салюк А. І. Основи екології. – 2-ге вид., допов. і пере-робл. / За ред. К. М. Ситника. – К.: Вища шк., 2004. – 382 с.
5. Мазаев В. Т., Шлепнина Т. Г., Мандрыгин В. И. Контроль качества питьевой воды. – М.: Колос, 1999. - 168 с.
6. Руководство по контролю качества питьевой воды. Т. 1. Рекомендации / ВОЗ. - Женева, 1994. – 225 с.
7. Черкинский С. Н. Руководство по гигиене водоснабжения. – М.: Медицина, 1975. - 327 с.

Додатки

Додаток А Середньорічні значення показників якості води оз. Ялпуг – Кугурлуй

Показники якості води	Роки спостережень															
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Завислі речовини, мг/дм ³	8,2	9,8	10,5	27,9	26	32,5	28,3	15	11,9	11,4	37,9	19,1	14	12,7	22,1	37,5
Водневий показник, од.рН	8,32	8,29	8,43	8,34	8,31	8,3	8,36	8,37	8,39	8,35	8,3	8,2	8,1	8,4	8,34	8,5
Гідрокарбонат-іони, мг/дм ³				247	256,4	254,2	232,5	266,6	249,7	259	242,7	234,4	238,8	239,6	232,2	238,5
Азот амонійний, мг/дм ³	0,14	0,158	0,224	0,135	0,096	0,114	0,159	0,265	0,176	0,163	0,2	0,153	0,133	0,119	0,116	0,183
Азот нітритний, мг/дм ³	0,004	0,006	0,004	0,006	0,005	0,007	0,014	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,005	0,004	0,005	0,008
Азот нітратний, мг/дм ³	0,39	0,327	0,178	0,251	0,163	0,208	0,135	0,091	0,112	0,097	0,172	0,11	0,078	0,095	0,104	0,165
Фосфат - шони, мг/дм ³	0,054	0,062	0,044	0,043	0,051	0,094	0,076	0,047	0,043	0,06	0,075	0,055	0,056	0,062	0,058	0,045
Фосфор загальний, мг/дм ³	0,046	0,058	0,053	0,044	0,047	0,067	0,069	0,058	0,042	0,052	0,073	0,05	0,075	0,045	0,056	0,058
Залізо, мг/дм ³	0,028	0,014	0,019	0,035	0,02	0,027	0,041	0,063	0,028	0,042	0,086	0,062	0,04	0,047	0,064	0,068
ХСК, мг/дм ³	51,4	62,4	44,5	45,3	55,3	62,8	62,7	65,8	47,7	49,0	50,6	52,4	44,8	48,1	49,7	51,2
БСК ₅ , мг/дм ³	1,36	3,18	2,54	1,74	2,15	2,47	3,61	3,7	3,1	3,1	4,8	4,4	3,9	4,1	4,4	6,2
БСК ₂₀ , мг/дм ³	3,8	9,6	6,23	4,45	3,97	4,4	9,65	6,3	4,5	5,8	7,9	8,4	6,8	7,1	8,9	13
Кальцій, мг/дм ³	52,4	59,3	54,4	50	51,2	46,9	47,4	48,7	47,3	51,2	46,7	49,5	47	45,6	42,8	42,7
Магній, мг/дм ³	60,2	79,5	84,1	89	84,6	79,4	78,3	86,5	68,9	67	63,3	61,6	58,3	58,3	57,7	62,6
Натрій+калій, мг/дм ³	-	-	368	366	350,2	295,2	341,4	344,8	254,2	254,7	256,2	208,8	207,2	182,4	195,6	212
Хлорид - іони, мг/дм ³	210	304,5	303	299	280,4	244,2	266,8	277,1	211,8	215,2	212,8	188,2	186	167,9	172,5	194,5
Сульфат - іони, мг/дм ³	362	569,3	582	578	547,7	462,3	528,8	534,2	390,2	381,4	375	323,5	301,2	274,5	289,8	305,4
Хром (VI) , мг/дм ³	0,001	0,004	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,0016	0,002
Хром загальний, мг/дм ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	0,003	0,003	0,0032
Цинк, мг/дм ³	-	-	-	-	-	-	-	0,019	0,009	0,02	0,007	0,016	0,023	0,002	0,009	0,012
Мідь, мг/дм ³	0,001	0,002	0,004	0,005	0,005	0,003	-	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001
Марганець, мг/дм ³	-	-	-	-	-	-	0,013	0,015	0,035	0,05	0,065	0,039	0,032	0,234	0,055	0,074
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,012	0,014	0,022	0,009	0,03	0,011	0,025	0,012	0,012	0,013	0,016	0,013	0,018	0,016	0,02	0,016
Феноли, мг/дм ³	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,002	0,0008	0,008	0,027
АПАР, мг/дм ³	0,092	0,158	0,177	0,166	0,147	0,174	0,226	0,174	0,264	0,079	0,061	0,042	0,049	0,038	0,021	0,027
Загальна мінералізація, мг/дм ³	1150	1638	1619	1629	1571	1382	1495	1558	1222,5	1228,5	1196,5	1066	1038,5	967,7	990,7	1056,3

Додаток Б Узагальнені відомості про стан якості поверхневих вод у 2010 році

Водний об'єкт	Сольовий склад, мг/дм ³							Еколого-санітарні (трофо-сапробні) показники, мг/дм ³						Специфічні речовини токсичної дії, мг/дм ³			
	Загальна мінералізація, мг/дм ³	SO ₄ ²⁻	СГ	HCO ₃ ⁻	Ca	Mg	Na + K	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₂ ⁻	N-NO ₃ ⁻	P Заг.	БСК ₅	ХСК	Fe	Cr ⁶⁺	H/п	АПАР
р.Ялпуг	3605,3	1380,6	627,2	518,0	144,8	243,9	690,6	0,461	0,064	3,563	0,083	4,8	93,9	0,09	0,001	0,008	0,251
р.Карасулак	3076,0	1398,1	470,4	306,2	213	218,6	469,8	0,393	0,115	5,07	0,136	4,4	73,5	0,051	0,002	0,011	0,268
р.Киргиж-Китай	4972,3	2334,9	736,9	363,8	245,2	217,8	1019,8	0,299	0,028	2,888	0,062	4,7	100,8	0,136	0,002	0,038	0,351
р.Аліяга	5732,0	2738,6	903,1	328,6	263,4	350,3	1148,1	0,207	0,112	8,44	0,183	5,8	124	0,091	0,001	0,015	0,337
р.Ташбунар	3199,7	1407,7	447,1	420,8	192,5	236,1	495,5	0,238	0,026	4,6	0,218	2,7	11,1	0,041	0,001	0,019	0,361
р.В.Катлабух	4062,7	1873,5	588,4	408,8	236,1	242,7	743,1	0,366	0,027	4,022	0,090	3,9	97,8	0,073	0,001	0,025	0,318
р.М.Катлабух	5131,3	2396,3	776,1	413,7	280,3	330,7	934,3	0,274	0,005	2,323	0,085	3,1	102,9	0,056	0,001	0,006	0,360
р.Єніка	4889	2279,6	719,2	401	190,9	304,7	993,7	0,260	0,011	0,696	0,105	6,0	102,4	0,063	0,002	0,009	0,296