

## Лекція 1

**Тема.** Аналіз складу та якості природних вод.

**Мета.** Ознайомитися з роботою системи моніторингу поверхневих вод та основними показниками, що характеризують якість води. Розглянути особливості класифікації вод та показники якості води.

### План

1. Джерела та види забруднення поверхневих вод.
2. Організація роботи системи моніторингу поверхневих вод.
3. Основні показники якості води.
4. Оцінювання та прогнозування якості води.
5. Класифікація поверхневих та стічних вод.

### 1. Джерела й види забруднення поверхневих вод

**Поверхневі води** – це води суходолу, що постійно або тимчасово перебувають на земній поверхні у формі різних водних об'єктів у рідкому (водотоки, водоймища) і твердому (льодовики, сніговий покрив) станах.

Господарсько-побутові, промислові, сільськогосподарські скиди зумовлюють хімічне, фізичне, біологічне й теплове забруднення гідросфери.

*Хімічне забруднення води* відбувається внаслідок надходження у водоймища зі стічними водами шкідливих домішок неорганічного й органічного походження: сполук миш'яку, свинцю, ртуті, міді, кадмію, хрому, фтору, а також нафти та нафтопродуктів. Вони поглинаються фітопланктоном і передаються далі трофічним ланцюгом іншим організмам, що супроводжується кумулятивним ефектом. Більшість цих домішок є токсичні для мешканців водоймищ.

Згубно впливають на стан водоймищ стічні та скидні води, що містять розчинені органічні речовини або суспензії органічного походження, оскільки призводять до зниження вмісту кисню у воді.

**Вода скидна** – вода, що відводиться від зрошуваних сільгоспугідь, присадибних ділянок, а також з територій, на яких застосовується гідромеханізація.

**Вода стічна** – вода, що утворюється в процесі господарсько-побутової та виробничої діяльності (крім дренажної та скидної води), а також під час відведення із забрудненої території стоку атмосферних опадів.

Кількість хімічних забруднювачів постійно зростає. Про шкідливу дію деяких із них ще мало відомо, оскільки вони мають пролонгований вплив, тобто шкідливі мутації, генетичні розлади тощо виявляються в наступних поколіннях живих істот.

*Фізичне забруднення води* зумовлює зміни фізичних властивостей – прозорості, вмісту суспензій та інших нерозчинних домішок, радіоактивності, температури тощо.

*Біологічне забруднення водного середовища* полягає в надходженні зі стічними водами до водоймищ різних видів мікроорганізмів, рослин і тварин (віруси, бактерії, гриби, черв'яки), невластивих водній екосистемі. Більшість із них є хвороботворні. Найшкідливіші є комунально-побутові стоки.

Промислові біологічні забруднювачі – це підприємства шкірообробної промисловості, м'ясокомбінати, цукрові заводи.

## **2. Організація роботи системи моніторингу поверхневих вод**

**Моніторинг поверхневих вод** – система послідовних спостережень, збору, обробки даних про стан водних об'єктів, прогнозування їх змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень, які можуть позначитися на стані вод.

**Основна мета** налагодження системи спостережень і контролю за забрудненням водних об'єктів – це отримання інформації про природну якість води та оцінка змін якості води внаслідок дії антропогенних факторів.

Служба спостережень та контролю (моніторингу) виконує такі **завдання**:

- спостереження та контроль рівня забруднення водного середовища за хімічними, фізичними та гідробіологічними показниками;
- вивчення динаміки вмісту забруднюючих речовин і виявлення умов, за яких мають місце коливання рівня забруднення;
- дослідження закономірностей процесів самоочищення та накопичення забруднюючих речовин у донних відкладах.

В Україні сьогодні згідно з «Порядком здійснення державного моніторингу вод» та «Положенням про державну систему моніторингу навколишнього середовища» державний моніторинг вод є невід'ємною складовою частиною державної системи моніторингу довкілля. На основі цих двох урядових документів розроблена «Єдина міжвідомча інструкція з організації та здійснення державного моніторингу вод» (ЄМІ). Цей документ встановлює єдині вимоги до організації та проведення спостережень за станом поверхневих вод, прибережних зон водосховищ, підземних вод, джерел забруднення вод, за гідрологічними, фізико-хімічними, біологічними, радіологічними показниками якості вод. Виконання вимог ЄМІ обов'язкове для всіх підрозділів суб'єктів державного моніторингу вод, а також відповідальних водокористувачів, які здійснюють спостереження за кількісним та якісним станом вод.

До головних суб'єктів державного моніторингу належать: Міністерство екології та природних ресурсів, у тому числі Головдержекоінспекція та Держуправління охорони навколишнього природного середовища в областях, організації Гідрометеорологічної служби; геологічні територіальні організації; Міністерство з питань надзвичайних ситуацій; Міністерство охорони здоров'я; Міністерство аграрної політики; Державний комітет України з водного господарства; Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України.

Основний обсяг робіт із моніторингу річок виконують пункти спостережень Гідрометеослужби. Ці пункти розподілені за 10 річковими басейнами України. Найбільше пунктів спостережень розташовано в басейні Дніпра, розвинена мережа спостережень у басейнах Дунаю та Дністра. Сучасна гідрологічна мережа України налічує 374 пости.

## **2.1. Організація спостереження та контролю якості поверхневих вод**

Моніторинг забруднення вод проводиться на постійних та тимчасових пунктах спостережень, які розміщують у місцях, де наявний або відсутній вплив господарської діяльності.

**Пункт спостереження за якістю поверхневих вод** – місце на водоймищі або водотоці, де проводять комплекс робіт для одержання даних про якісні й кількісні характеристики води.

Основними об'єктами, які потребують моніторингу, є: місця скидання стічних і дощових вод міст, селищ, сільськогосподарських комплексів, стічних вод окремих підприємств, ТЕС, АЕС; місця скидання колекторно-дренажних вод, які відводяться зі зрошуваних або осушуваних земель; кінцеві створи великих і середніх річок, які впадають у моря, внутрішні водоймища; кордони економічних районів, республік, країн, що перетинають транзитні річки.

На пунктах спостережень досліджують один або кілька створів.

**Створ пункту спостереження** – умовний поперечний переріз водоймища або водотоку, де проводиться комплекс робіт для одержання інформації про якість води. Створи спостережень розміщують з урахуванням гідрометричних умов і морфологічних особливостей водоймища, наявності джерел забруднення, об'єму та складу стічних вод.

На водотоках у разі відсутності організованого скидання зворотних вод, у гирлах забруднених приток, на незабруднених ділянках водотоків, на кінцевих ділянках річок і в місцях перетину державного кордону України встановлюють один створ.

На водотоках за наявності організованого скидання зворотних вод встановлюють два і більше створів. Перший (фоновий) створ рекомендується розміщувати на відстані 1 км вище від джерела забруднення, другий – у зоні забруднення, на відстані 1 км вище від найближчого місця водозабору, третій – у місці достатнього змішування стічних вод із водами річки.

У процесі спостережень за водоймищем загалом встановлюють не менше трьох створів, по можливості рівномірно розподілених його акваторією з урахуванням конфігурації берегової лінії.

Кожний створ має кілька вертикалей та горизонталей.

**Вертикаль створу** – умовна вертикальна лінія від поверхні води до дна водоймища або водотоку, на якій здійснюють дослідження для отримання інформації про якість води.

Кількість вертикалей у створі на водотоці визначають з урахуванням умов змішування вод водотоку зі зворотними водами, а також із водами приток. За неоднорідного хімічного складу води у створі встановлюють не менше трьох вертикалей, а за однорідного – одну вертикаль на стрижні водотоку. Кількість вертикалей залежить також від ширини зони забруднення.

**Горизонт створу** – зона на вертикалі (углиб), де виконують комплекс досліджень для отримання інформації про якість води.

Кількість горизонтів на вертикалі визначають з урахуванням глибини водного об'єкта. Крім того, необхідно відокремити додаткові горизонти в кожному шарі зміни густини води.

### 3. Основні показники якості води

Оскільки не існує єдиного показника, який визначав би весь комплекс характеристик води, оцінювання якості води проводиться на основі системи показників. Ці показники поділяються на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні та хімічні. Інша форма класифікації показників якості води – їх розподіл на загальні та специфічні. До *загальних* відносять показники, характерні для будь-яких водоймищ. Присутність у воді *специфічних показників* обумовлена місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт.

До основних *фізичних показників* якості води належать: температура, запах, прозорість, кольоровість, уміст зважених речовин.

*Бактеріологічні показники* характеризують забрудненість води патогенними мікроорганізмами. До найважливіших бактеріологічних показників відносять: колі-індекс – кількість кишкових паличок у літрі води; колі-титр – кількість води в мілілітрах, у якій може бути знайдена одна кишкова паличка.

*Гідробіологічні показники* дають змогу оцінити якість води за тваринним населенням та рослинністю водоймищ. Зміна видового складу водних екосистем може відбуватися за настільки слабкого забруднення водних об'єктів, яке не виявляється жодними іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливі.

Фізичні, бактеріологічні та гідробіологічні показники відносять до загальних показників якості води.

*Хімічні показники* можуть бути загальними та специфічними. До загальних хімічних показників якості води належать: уміст розчиненого кисню, хімічне та біохімічне споживання кисню; водневий показник; уміст азоту і фосфору та мінеральний склад.

До найбільш поширених специфічних показників якості води відносять феноли, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини (ПАР), синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), пестициди і важкі метали.

### 4. Оцінювання та прогнозування якості води

Оцінювання якості води базується на системі контрольних показників, із якими порівнюється якість досліджуваної води. Застосовують одиночні, опосередковані (непрямі) та комплексні оцінки забрудненості поверхневих вод за гідрохімічними показниками. Саме комплексні оцінки дають найточнішу і найоб'єктивнішу інформацію про якість поверхневих вод.

**Комплексне оцінювання забрудненості поверхневих вод** – інформація про забруднення або якість води, виражена за допомогою певних систем показників чи обмеженої сукупності характеристик її складу і властивостей, які порівнюються з критеріями якості води чи нормами для певного виду водокористування чи водоспоживання.

Відповідно до **Водного кодексу України** оцінка якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів якості води водних об'єктів.

**Оцінка якості води на основі нормативів екологічної безпеки водокористування.** Діючі нормативи дають змогу оцінити якість води, яка використовується для комунально-побутових, господарсько-питних та рибогосподарських потреб.

Нормативна база оцінки якості води формується на основі загальних вимог до складу та властивостей води і значень гранично допустимих концентрацій речовин у воді водних об'єктів. Загальні вимоги визначають допустимі склад та властивості води, які оцінюються за найважливішими фізичними, бактеріологічними та узагальненими хімічними показниками.

**Гранично допустима концентрація (ГДК)** – рівень концентрації речовин у воді, за перевищення якого вона вважається непридатною для певного виду водокористування.

Усі речовини за характером негативного впливу поділяють на 5 груп. Кожна група об'єднує речовини однакової ознаки впливу, яку називають ознакою шкідливості. Одна й та сама речовина в різних концентраціях може спричинити появу різних ознак шкідливості.

**Лімітуюча ознака шкідливості (ЛОШ)** – ознака шкідливості, яка з'являється при найменшій концентрації речовини.

До I групи віднесені речовини, до яких ставляться загальні вимоги щодо об'єму розчиненого кисню, біологічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>), завислих речовин, водневого показника (рН), мінералізації; ознака шкідливості є загальносанітарна.

У II групу входять речовини із санітарно-токсикологічними лімітуючими ознаками шкідливості: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cr<sup>3+</sup>.

До III групи належать речовини токсикологічної лімітуючої ознаки шкідливості (N – NH<sub>4</sub>, N – NO<sub>2</sub>, СПАР, Cu, Zn, Ni).

До IV групи відносять речовини рибогосподарських лімітуючої ознаки шкідливості – феноли, нафтопродукти.

V група охоплює речовини з органолептичними лімітуючої ознаки шкідливості.

Оцінюючи якість води у водоймищах комунально-побутового та господарсько-питного водокористування, з'ясовують також *клас шкідливості речовини*. Його визначають залежно від токсичності, кумулятивності, мутагенності та ЛОШ речовини. Розрізняють чотири класи шкідливості речовин: перший – надзвичайно шкідливі; другий – високошкідливі; третій – шкідливі; четвертий – помірно шкідливі.

Під час оцінювання якості води застосовують **принцип адитивності** – односпрямованої дії, відповідно до якого належність кількох речовин до однієї й тієї самої ЛОШ виявляється в підсумовуванні їх негативного впливу.

Водні об'єкти вважають придатними для комунально-побутового та господарсько-питного водокористування, якщо одночасно виконуються такі умови:

– не порушуються загальні вимоги до складу та властивостей води для відповідної категорії водокористування;

– щодо речовин третього та четвертого класів шкідливості виконується умова

$$C \leq ГДК,$$

де  $C$  – концентрація речовини у водному об'єкті, г/м<sup>3</sup>;

– відносно речовин першого та другого класів шкідливості виконується умова

$$\sum \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1,$$

де  $C_i$  та  $ГДК_i$  – відповідно концентрація і  $ГДК$   $i$ -ї речовини першого чи другого класу шкідливості.

Водні об'єкти вважають придатними для рибогосподарського водокористування, якщо одночасно виконуються такі умови:

– не порушуються загальні вимоги до складу і властивостей води для відповідної рибогосподарської категорії;

– для речовин, які належать до однакових ЛОШ, виконується умова

$$\sum \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1,$$

де  $C_i$  та  $ГДК_i$  – відповідно концентрація і  $ГДК$   $i$ -ї речовини, яка належить до певної ЛОШ.

У забруднених водних об'єктах відбуваються фізико-хімічні та інші процеси, спрямовані на відновлення природного стану вод, тобто їх самоочищення. Основні з них є процеси розбавлення та трансформації.

Якість води в певній точці оцінюють, порівнюючи максимальну концентрацію забруднюючої речовини з її гранично допустимим значенням.

Максимальна концентрація лімітуючої речовини в річці нижче стоку стічних вод змінюється в межах  $C_n < C_{\text{макс}} < C_{\text{ст}}$ , де  $C_n$  – середня концентрація речовини (у міліграмах на літр), яка визначається за формулою

$$C_n = Q_p C_p + Q_{\text{ст}} C_{\text{ст}} / (Q_p + Q_{\text{ст}}),$$

де  $Q_p$ ,  $Q_{\text{ст}}$  – відповідно витрата води в річці та витрата стічних вод, м<sup>3</sup>/с;  $C_p$ ,  $C_{\text{ст}}$  – відповідно концентрації речовини у воді річки та в стічних водах, мг/л.

Обчислюючи розбавлення, використовують зведені значення концентрації забруднюючих речовин  $C_{\text{звед}}$ . Цю величину визначають як перевищення над природним фоном. Якщо  $C$  – дійсна концентрація забруднюючої речовини в зоні забруднення, то

$$C_{\text{звед}} = C - C_p.$$

Зведена концентрація забруднюючих речовин у стічних водах становитиме

$$C_{\text{ст} \cdot \text{звед}} = C_{\text{ст}} - C_p.$$

Під час оцінювання розбавлення води застосовують показник розбавлення  $n$  та коефіцієнт змішування  $\gamma$ . Розбавлення  $n$  є універсальна характеристика, яка показує, у скільки разів знижується концентрація забруднюючої речовини в стічних водах на певній ділянці річки. Величина розбавлення визначається за формулою

$$n = (C_{ст} - C_p) / (C_{макс} - C_p).$$

Коефіцієнт змішування  $\gamma$  показує, яка частина витрати води змішується зі стічними водами. Розбавлення та коефіцієнт змішування пов'язані між собою залежностями:

$$n = (Q_{ст} + \gamma Q_p) / Q_{ст};$$

$$\gamma = (n - 1) Q_{ст} / Q_p.$$

Коефіцієнт змішування обчислюють тільки в тому випадку, коли стічні води поширюються в розрахунковому створі не по всій ширині потоку.

Зниження концентрації забруднюючих речовин у стічних водах одночасно з розбавленням зумовлюють біохімічні та фізико-хімічні процеси, які відбуваються у водних об'єктах. Одним зі способів кількісної оцінки зниження концентрації внаслідок цих процесів є коефіцієнт неконсервативності  $k_n$ , який сумарно враховує швидкість перетворення речовин. Його значення встановлюють за даними лабораторних досліджень. Значення цього коефіцієнта є від'ємне, а його розмірність – доба<sup>-1</sup> (1/добу), с<sup>-1</sup> (1/с).

У загальному вигляді процес біохімічного перетворення може бути описаний рівнянням першого порядку:

$$C_t = C_0 \exp(- (k_1 + k_2 + \dots + k_n) t),$$

де  $C_0$ ,  $C_t$  – концентрації речовини відповідно в початковий момент та в момент часу  $t$ ;  $k_n$  – коефіцієнти, стосовні певного процесу, що враховують перетворення речовин у водному об'єкті.

Скидання стічних вод у водні об'єкти належить до одного з видів спеціального водокористування та здійснюється на підставі дозволу, що видається місцевими органами екологічної безпеки. Відведення стічних вод до водних об'єктів регламентується нормами гранично допустимих скидів (ГДС) речовин. ГДС – це максимально допустима маса речовини, що відводиться зі стічними водами за одиницю часу, яка дозволяє забезпечити дотримання норм якості води в контрольному створі водного об'єкта для найгірших умов водокористування. ГДС встановлюють для кожного випуску стічних вод до водного об'єкта. Для кожного показника якості води ГДС визначається як добуток максимальної витрати стічних вод за годину та її гранично допустимого значення:

$$\text{ГДС} = Q_{ст} C_{\text{ГДС}}$$

де  $C_{\text{ГДС}}$  – гранично допустиме значення показника, г/м<sup>3</sup>;  $Q_{ст}$  – максимальна витрата стічних вод за годину, м<sup>3</sup>/год.

Величина  $C_{\text{ГДС}}$  не повинна перевищувати фактично досягнутої (проектної) концентрацію  $C_{ст}$  речовини, що підлягає нормуванню в стічних водах.

Для речовин першого та другого класів небезпечності норми якості будуть дотримані в самій стічній воді, якщо виконується умова

$$\sum_i \frac{C_{ГДС_i}}{ГДК_i} = 1.$$

Для кожної речовини  $C_{ГДС}$  складає частину свого ГДК, тобто

$$C_{ГДС} = K_i ГДК_i, \text{ де } K_i < 1.$$

## 5. Класифікація поверхневих та підземних вод

Поверхневі води – води суходолу, що постійно або тимчасово перебувають на земній поверхні у формі різних природних об'єктів у рідкому або твердому стані.

Таблиця 1.

### Класифікація поверхневих вод

За хімічним складом	
За йонним складом	
За сольовим складом	
За газовим складом	
За мінералізацією	
За фізичними властивостями	
За наявністю специфічних компонентів	

Відомі наступні класифікації природних вод:

- Класифікація за О.А. Алекіним
- Класифікація за В.А. Александровим
- Класифікація за В.Т. Малишком
- Класифікація за мінералізацією
- Класифікація за хімічним складом

**Класифікація поверхневих вод за О. О. Алекіним** — класифікація ґрунтується на основі принципу поділу хімічного складу води за переважаючими йонами з поділом за кількісним співвідношенням між ними. Переважаючими вважаються йони з невеликим відносним вмістом у відсотках у перерахунку на кількість речовини еквівалента. За переважаючим аніоном природні води ділять на 3 класи:

- *гідрокарбонатних та карбонатних* (більша частина маломінералізованих вод річок, озер, водосховищ та деякі підземні води);
- *сульфатних* (води, що генетично зв'язані з різними осадовими породами);
- *хлоридних* (високомінералізовані води океану, морів, солоних озер, підземні води закритих структур тощо).



Кожен клас за переважаючим катіоном ділять на три групи: кальцієву, магнієву та натрієву.

**Класифікація за В.А. Александровим** – розподіл природних вод на п'ять класів у перерахунку на кількість речовини еквіваленту аніону, вміст якого перевищує 12,5 % (якщо вважати суму кількості речовини еквівалентів аніонів за 50 %), кожен з яких поділяється за переважаючими катіонами. Першими чотирма класами є гідрокарбонатний, сульфатний, хлоридний та нітратний. П'ятий клас змішаний і включає природні води, що містять одночасно різні аніони в концентраціях понад 12,5 %.

**Класифікація за В.Т. Малишком** – розподіл природних вод за їх поверхневою активністю на такі групи:

1. *неактивних* - всі тверді води (річкові, підруслові, тверді пластові, морські), які не здатні при контакті з нафтою нейтралізувати їх поверхневу активність;
2. *малоактивних* - пластові води нафтових родовищ та інші поверхневі води перехідного типу від твердих до лужних, які характеризуються незначним вмістом солей кальцію і магнію, здатних омилювати частину органічних кислот;
3. *активних* - лужні пластові води, води нафтових родовищ, що містять поряд з лужними солями натрію і калію, також натрієві солі органічних кислот; активність лужних вод залежить, як від концентрації лужних солей і кількості мил органічних кислот, так і від характеристики йонів, які зумовлюють лужність води (кількості йонів  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ );
4. *високоактивних* - концентровані лужні розсоли, які отримані в результаті випаровування лужних пластових вод у спеціальних басейнах або природних озерах; в результаті випаровування має місце перехід йонів  $\text{HCO}_3^-$  в йони  $\text{CO}_3^{2-}$ , що зумовлює швидше омилення органічних кислот нафти, збільшення концентрації солей органічних кислот.

**За мінералізацією О. О. Алекіна.** Алекін запропонував такий поділ природних вод за мінералізацією:

1. прісні — менше 1‰;
2. солонуваті — 1-25‰;
3. солоні — 25-50‰;
4. розсоли — понад 50‰.

**За мінералізацією В. К. Хільчевського.** Була розроблена класифікація природних вод за мінералізацією, в якій значною мірою враховані сучасні практичні та екологічні вимоги до якості вод, їх використання та охорони, а також значний досвід детального вивчення хімічного складу природних вод України:

1. дуже прісні — менше 0,1 г/дм<sup>3</sup>;
2. помірно прісні — 0,1 — 0,6 г/дм<sup>3</sup>;
3. прісні з підвищеною мінералізацією — 0,6 — 1,0 г/дм<sup>3</sup>;
4. слабосолоні — 1,0 — 3,0 г/дм<sup>3</sup>;
5. середьосолоні — 3,0 — 15,0 г/дм<sup>3</sup>;
6. солоні — 15,0 — 35,0 г/дм<sup>3</sup>;

7. сильносолоні –35 — 50 г/дм<sup>3</sup>;
8. розсоли — понад 50 г/дм<sup>3</sup>.

### 5.1. Стічні води

Розрізняють *промислові і побутові стічні води*. Кількість побутових стоків складає близько 200 л/добу на 1 людину. Можливе майже повне їх очищення в результаті біологічного руйнування домішок, так як всі вони мають органічну природу. Звичайно, непромислові стоки можуть містити й інші матеріали, наприклад, залишки твердих порід, масел, але вони легко відділяються на очисних станціях.

*Промислові стоки* можуть не очищатись шляхом біологічної обробки. Більшість з цих стоків є отруйними для мікроорганізмів, які розкладають промислові відходи, тому очищення промислових і побутових стоків здійснюється окремо.

*Стічні води* характеризуються такими ознаками: мутність, вміст твердих речовин у вигляді суспензій, загальний солевміст, кислотність, концентрація розчиненого О<sub>2</sub>, “перманганатна проба”, яка характеризує кількість нестабільних органічних речовин, запах, прозорість, твердість, в’язкість, окиснення органічних сполук КМnО<sub>4</sub>, біохімічна потреба в О<sub>2</sub> (БПК) – характеристика кількості органічних сполук, які здатні розкладатись біологічно, ХПК – характеризує загальну кількість органічних речовин тощо. Раніше стічні води скидались у водойми без попереднього очищення. Оскільки кількість стоків і вміст шкідливих речовин у них були невисокі, то для цього було досить природних процесів седиментації та бактеріального окиснення. Зараз практично всі стічні води потрібно додатково попередньо очищати.

### Література

1. Моніторинг довкілля: підручник / [Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б. та ін.]; під ред. В. М. Боголюбова. [2-е вид., перероб. І доп.]. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 232 с.
2. Ломницька Я.Ф., Василечко В.О., Чихрій С.І. Склад та хімічний контроль об’єктів довкілля: Навч. посібник. Ломницька Я.Ф., Василечко В.О., Чихрій С.І. – Львів: “Новий Світ-2000”, 2013. – 589 с.
3. Мандрик Б.М., Чомко Д.Ф., Чомко Ф.В. Гідрогеологія. – Київ: ВПЦ Київський університет, 2005.
4. Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: навч. Посібник / В.М. Ісаєнко, Г.В. Лисиченко, Т.В. Дудар [та ін.]. – К.: Вид-во Нац. Авіа. Ун-ту “НАУ-друк”, 2009. – 312 с.
5. Лялюк О.Г. Моніторинг довкілля: навчальний посібник / Лялюк О.Г., Ратушняк Г.С. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 140 с.
6. Федорова Г.В. Практикум з біогеохімії для екологів: Навчальний посібник. – Київ: «КНТ», 2007. -288 с.
1. Державні санітарні правила і норми "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання". №136/1940 від 15.04.97.
2. Закон України про охорону навколишнього середовища. – К.: Мінекобезпеки, 1991. Національна стратегія наближення (апроксимації) законодавства України до права ЄС у сфері охорони довкілля. – К.: «Додаткова підтримка Міністерства екології та природних ресурсів України у впровадженні Секторальної бюджетної підтримки». – 112 с.