

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний  
Кафедра екологічного права і контролю

**Кваліфікаційна робота бакалавра**

на тему: Вплив якості питної води на здоров'я людини

Виконала студентка групи ЕК-45  
Спеціальності 101 «Екологія»  
Бойченко Анастасія Олексіївна

Керівник – ст.викладач  
Кур'янова Світлана Олександрівна

Консультант – к.геогр.н., доцент  
Сапко Ольга Юріївна

Рецензент – к.т.н., доцент  
Юрасов Сергій Миколайович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут, факультет природоохоронний

Кафедра екологічного права і контролю

Рівень вищої освіти бакалавр

(шифр і назва)

Спеціальність 101 «Екологія»

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**В.о. завідувача кафедри**

О.Г. Владимирова, к.геогр.н., доцент

“22” квітня 2021 року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

студентці Бойченко Анастасії Олексіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вплив якості питної води на здоров'я людини

керівник роботи Кур'янова Світлана Олександрівна, старший викладач

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «18» грудня 2020 року № 254–С

Строк подання студентом роботи 11.06.2021 р.

1. Вихідні дані до роботи джерела наукової інформації з досліджуваної теми

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

1. Вплив складу питної води на здоров'я людини

2. Нормативні впливи до якості питної води при водопідготовці

3. Якість питної води на території України

Висновки

Перелік посилань

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

---

---

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Сапко О.Ю. доцент, к.геогр.н.		
2	Сапко О.Ю. доцент, к.геогр.н.		
3	Сапко О.Ю. доцент, к.геогр.н.		

7. Дата видачі завдання 22.04.2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Написання 1-го розділу бакалаврської роботи.	22.04.21 – 29.04.21		
2	Написання 2-го розділу бакалаврської роботи.	30.04.21 – 12.05.21		
3	Рубіжна атестація	11.05.21- 15.05.21		
4	Написання 3-го розділу бакалаврської роботи.	16.05.21– 20.05.21		
5	Формулювання висновків бакалаврської роботи. Оформлення бакалаврської роботи	21.05.21– 31.05.21		
6	Перевірка бакалаврської роботи науковим керівником, надання відгуку	1.06.21 – 2.06.21		
7	Перевірка на антиплагіат	3.06.21 – 4.06.21		
8	Перевірка бакалаврської роботи зав. кафедрою	5.06.21 – 6.06.21		
9	Отримання рецензії	7.06.21		
10	Попередній захист бакалаврської роботи на кафедрі	8.06.21– 10.06.21		
11	Надання бакалаврської роботи до деканату	11.06.21		
12	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>			

Студент \_\_\_\_\_  
( підпис )

Бойченко А.О. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

Кур'янова С.О. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Вплив якості питної води на здоров'я людини

Бойченко Анастасія Олексіївна

Вода сама по собі не має поживної цінності, але вона – неодмінна складова частина всього живого. Жоден з живих організмів нашої планети не може існувати без води.

Якість води належить до найважливіших характеристик водних ресурсів, що визначають можливість їх раціонального використання та охорони від забруднення та виснаження. Споживання неякісної питної води загрожує важкими наслідками для здоров'я людини.

В роботі виконан аналіз впливу якості питної води на здоров'я людини.

Метою кваліфікаційної роботи є оцінка впливу якості питної води на здоров'я людини.

Об'єктом дослідження є питна вода та присутні в ній домішки.

Методом дослідження є аналіз джерел наукової інформації, нормативно-правових актів, методів дослідження.

Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, та переліку посилання.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП .....	8
1 ВПЛИВ СКЛАДУ ПИТНОЇ ВОДИ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ .....	9
1.1 Мінералізація.....	9
1.2 Нітрати, нітрити .....	11
1.3 Феноли.....	14
1.4 Важкі метали .....	16
2 НОРМАТИВНІ ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ПРИ ВОДОПІДГОТОВЦІ .....	23
2.1 Загальна технологічна схема водопідготовки.....	26
2.2 Види знезараження .....	30
2.2.1 Хлорування.....	31
2.2.2 Озонування .....	33
2.2.3 УФ-опромінення .....	35
3 ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ .....	42
3.1 Епідемічні ситуації, пов'язані з якістю питної води.....	47
3.2. Вплив якості питної води на стан здоров'я населення в Україні. ....	49
ВИСНОВКИ.....	51
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	53

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

БГКП	–	бактерії групи кишкової палички;
БСК	–	біологічне споживання кисню;
ГДК	–	гранично допустима концентрація;
КП–3 (КО–3)	–	контактні прояснювачі;
КФ–5	–	контактні фільтри;
САНПІН	–	санітарні правила і норми;
СПАР	–	сполуки поверхнево–активних речовин;
УФ	–	ультрафіолет;
ХСК	–	хімічне споживання кисню.

## ВСТУП

Вода сама по собі не має поживної цінності, але вона – неодмінна складова частина всього живого. Жоден з живих організмів нашої планети не може існувати без води.

З води складаються всі живі рослинні і тваринні істоти: риби – на 75%; медузи – на 99%; картопля – на 76%; яблука – на 85%; помідори – на 90%; огірки – на 95%; кавуни – на 96%.

В цілому організм людини складається по вазі на 50–86% з води (86% у новонародженого і до 50% у літніх людей). Вміст води в різних частинах тіла становить: кістки – 20–30%; печінка – до 69%; м'язи – до 70%; мозок – до 75%; нирки – до 82%; кров – до 85%.

Протягом усього свого життя людина щодня має справу з водою. Він використовує її для пиття та їжі, для вмивання, влітку – для відпочинку, взимку – для опалення. Для людини вода є більш цінним природним багатством, ніж вугілля, нафта, газ, залізо, тому що вона незамінна.

Без їжі людина може прожити близько 50-ти днів, якщо під час голодування він буде пити прісну воду, без води вона не проживе і тиждень – смерть настане через 5 днів. За даними медичних експериментів при втраті вологи в розмірі 6–8% від ваги тіла людина впадає в стан напівнепритомності, при втраті 10% – починаються галюцинації, при 12% людина не може відновитися без спеціальної медичної допомоги, а при втраті 20% настає неминуха смерть .

Метою кваліфікаційної роботи є проаналізувати вплив якості питної води на здоров'я людини.



# 1 ВПЛИВ СКЛАДУ ПИТНОЇ ВОДИ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Забруднена питна вода згубно впливає на здоров'я людини. Вживання недоброякісної питної води суттєво погіршує здоров'я, зумовлюючи виникнення специфічних хвороб. Мільярди вірусів і бактерій у воді призводять до спалахів епідемій, інфекційних захворювань, вода може бути фактором передачі таких захворювань, як вірусний гепатит А, ротавірусна інфекція, та інші кишкові інфекційні захворювання, фактором передачі яких, є вода. А наявність в воді певних хімічних речовин може спричинити негативний вплив на здоров'я тих, хто її споживає.

Дослідженнями підтверджений зв'язок хімічного складу питної води із захворюваністю населення на серцево-судинні хвороби, жовчнокам'яну та сечокам'яну хвороби, карієс зубів, тощо. Окремі хімічні речовини в воді, можуть стати причиною гострих чи хронічних отруєнь.

## 1.1 Мінералізація

Один з найважливіших показників якості – загальна мінералізація в воді. Визначення цього параметра входить до переліку всіх обов'язкових лабораторних досліджень крім експрес-аналізу.

Під терміном "загальна мінералізація води" розуміють концентрацію всіх розчинених речовин мінерального та органічного походження (крім газів). Рідше цей показник називають солевмістом. Загальну мінералізацію води нерідко плутають з сухим залишком. Однак мінералізація води і сухий залишок різні поняття. Сухий залишок визначають шляхом випаровування рідини, в процесі якого "йдуть" летючі органічні сполуки. Залежно від джерела походження води різниця між сухим залишком і загальною мінералізацією досягає 10% [1].

Для визначення загальної мінералізації у воді в лабораторії використовують два методи:

1. Гравіметричний аналіз. Дослідження засновані на точному визначенні маси кожного компонента розчину шляхом відгону, осадження або виділення. Похибка результатів гравіметричних вимірювань становить не більше 0,2%, але даний метод визначення мінералізації води відрізняється високою трудомісткістю;

2. Електропровідність. Оскільки велика частина розчинених речовин дисоціює і перетворює введення в електроліт. Між мінералізацією і електропровідністю є математична взаємозв'язок, яка виражається лінійним рівнянням. Аналіз дає похибку до 10%;

Вода вважається універсальним розчинником, тому не може довго існувати у вигляді хімічно чистої речовини. Джерела її мінералізації поділяються на дві категорії:

1. Природні. Загальний солевміст залежить від гірничо–геологічних умов місцевості і глибини залягання вод. Вміщені в ґрунтах та підземних породах мінерали мають різну розчинність, тому мінералізація природних вод варіюється в широких діапазонах;

2. Техногенні. У повітря, ґрунт і поверхневі водойми потрапляють різні продукти діяльності промислових підприємств. На загальну мінералізацію води впливають комунальні та зливові стоки. Опади розчиняють і переносять у водойми добрива з полів, протиожеледні реагенти [2].

Мінералізація води безпосередньо пов'язана з її солоністю, чим вище рівень розчинених в ній солей, тим більше солоноватою вона є. Вода з підвищеною мінералізацією гірше втамовує спрагу. Відчуття спраги виникає рефлекторно, внаслідок зменшення кількості води в організмі, головним чином, в плазмі крові. Навіть незначне зневоднення призводить до підвищення осмотичного тиску плазми крові і до подразнення осморцепторів судин крові, що викликає збудження певних зон кори головного мозку – так званого центру спраги. Щоб вгамувати спрагу, тобто

нормалізувати осмотичний тиск плазми крові, потрібно пити воду з низькою мінералізацією, яка є гіпотонічній щодо крові і міжтканинної рідини.

Якщо проаналізувати стандарти питної води Всесвітньої Організації Здоров'я і більшості провідних світових країн, то ні в одному з них немає жорстких вимог до мінімального або оптимальному вмісту солей у воді.

Норми вітчизняного і Європейського стандарту загальної солемісту:

- Україна: мінімум – 100 мг/л, максимум – 1000 мг/л [3];
- ЄС – до 1000 мг/л [3].

Відомо, що вода з підвищеною мінералізацією впливає на секреторну діяльність шлунка, порушує водно-сольовий баланс, в результаті чого може наступити дисбаланс метаболічних і біохімічних процесів в організмі. Вживання води з підвищеною мінералізацією може змінити секреторну і моторну функцію шлунка. Це обумовлено змістом у воді солей магнію і, перш за все, сульфатів, які дратують слизову оболонку тонкої і товстої кишок, посилюючи їх перистальтику. Встановлено, що тривале вживання високомінералізованої води призводить до розвитку і прогресування сечокам'яної і жовчнокам'яної хвороб. Внаслідок цього підвищується навантаження на серцево-судинну систему і тяжкість перебігу хронічних хвороб: ішемічної хвороби серця, стенокардії, міокардіодистрофії, гіпертонічній хворобі. Підвищується ризик їх загострення, що може привести до інфаркту міокарда і т.п. [1].

## 1.2 Нітрати, нітрити

Зараз дуже популярним є питання наявності нітратів в фруктах і овочах, але значно рідше піднімається питання наявності їх у воді, хоча насправді вода з колодязя може містити аномальні концентрації нітратів.

Гранично допустима концентрація (ГДК) нітратів у питній воді – 50 мг/дм<sup>3</sup>. Але є ще і нітрити – це з'єднання, які виходять в основному в процесі життєдіяльності мікроорганізмів, їх ГДК менше 0,5 мг/дм<sup>3</sup> [4].

У ґрунті, поверхневих і ґрунтових водах завжди є нітрати і нітрити, це обумовлено як природними процесами кругообігу азоту в природі, так і техногенним впливом.

Природне внесення нітратів в воду відбувається при розкладанні мікроорганізмами білків тваринного і рослинного походження. Спочатку виділяються сполуки амонію, які при контакті з повітрям окислюються до нітритів і нітратів. Зазвичай вміст таких забруднень вкрай низький і не має негативного впливу на стан води.

Але все ж основною причиною надходження в воду нітратів є змив з полів і городів добрив. Оскільки вони добре розчинні у воді і практично не затримуються в ґрунті, то здатні проникати на досить великі відстані, забруднюючи поверхневі води.

Ще одне джерело нітратів є стічні води промислових виробництв. Також важливо розуміти, що гази хімічних підприємств азотної і нафтопереробної промисловості досить часто містять багато  $\text{NO}_2$ , тоді як металургійні підприємства практично не виділяють таких забруднень. Цей газ називають лисячим хвостом через характерного рудого кольору. При взаємодії з водою і киснем повітря, він утворює азотну кислоту. Крім так званих "кислотних дощів" азотна кислота здатна вступати в реакції з мінералами і утворювати нітрати, також потрапляють у водойми [4].

До джерел поверхневих вод відносяться водойми, річки, озера, водосховища, а також колодязі та неглибокі свердловини. Важливо відзначити, що близько половини колодязів на території України містять підвищений вміст нітратів, причому іноді перевищення досягає десятикратних значень ГДК.

Що стосується нітритів, вони завжди говорять про мікробіологічному забрудненні води стічними господарсько-побутовими стічними водами, стоками сільськогосподарських підприємств. Як ми згадували раніше, мікроорганізми окислюють білки до амонію, а амоній вже окислюється до

нітритів. Також перевищення нітритів і нітратів у водах спостерігається навколо полів для випасу великої рогатої худоби.

Найсерйознішим наслідком споживання нітратів є утворення метгемоглобіну. Він утворюється, коли нітрат-іони окислюють гемоглобін в еритроцитах, внаслідок чого порушується транспорт кисню до тканин людини, в подальшому відбувається порушення роботи нервової системи і ферментного синтезу.

У здорової людини рівень метгемоглобіну зазвичай сягає не більше 3–4%. При підвищенні вмісту до 10% у дорослих і дітей спостерігається безсимптомний ціаноз (синюшність шкіри), викликаний недостатністю забезпечення киснем тканин або гипоксемией. При рівні 20 – 50% спостерігається виражений ціаноз, який супроводжують головні болі, задишка, слабкість, тахікардія, запаморочення і втрата свідомості. Більш яскраво симптоми виражені у дітей, особливо в перші шість місяців життя, при рівні 25 – 40% і вище метгемоглобіну в крові для дітей є високий ризик летального результату. Більшість дитячих смертей були зареєстровані при застосуванні для пиття і приготування дитячих сумішей води, яка містила 70 – 250 мг/л нітратів. Така вода часто зустрічається в колодязях на території України [4].

Також нітрати і нітрити здатні впливати на розвиток плода, тому майбутнім матерям небезпечно споживати воду з підвищеним вмістом нітратів.

Наступним небезпечним явищем є проблеми шлунково–кишкового тракту в слідстві розмноження несприятливої мікрофлори.

Вода є основними джерелами внесення нітратів в організм людини. Гранично допустима концентрація нітратів у воді 50, а нітритів – 0,5 мг/л. Це значення, які при необмеженій в часі дії не призведуть до хворобливих змін в організмі і не впливають на потомство, при цьому певні зміни в організмі допустимі [4].

Найнебезпечнішою з точки зору ураження нітратами є вода з колодязів і поверхневих джерел. Приблизно у половини колодязів, які розташовані на території України підвищено рівень нітратів.

### 1.3 Феноли

Феноли виказують собою похідні бензолу з однією або кількома гідроксильних груп. Їх прийнято ділити на дві групи – летючі з парою феноли (фенол, крезолі, ксиленолі, гваякол, тимол) і нелеткі феноли (резорцин, пірокатехин, гідрохінон, пірогаллол і інші багатоатомні феноли).

Феноли в природних умовах утворюються в процесах метаболізму водних організмів, при біохімічному розпаді і трансформації органічних речовин, що протікають як в водній товщі, так і в донних відкладеннях [5].

Феноли є одним з найбільш поширених забруднювачів, що надходять в поверхневі води зі стоками підприємств нафтопереробної, сланцеперерабативающей, лісохімічної, коксохімічної, анілінокрасочної промисловості та ін. В стічних водах цих підприємств вміст фенолів може перевершувати 10–20 г/дм<sup>3</sup> при вельми різноманітних поєднаннях. У поверхневих водах феноли можуть перебувати в розчиненому стані у вигляді фенолятов, фенолят-іонів і вільних фенолів. Феноли в водах можуть вступати в реакції конденсації і полімеризації, утворюючи складні гумусоподобні і інші досить стійкі з'єднання. В умовах природних водойм процеси адсорбції фенолів донними відкладеннями і суспензіями відіграють незначну роль. Тобто, феноли можуть потрапляти у воду як наслідок господарської діяльності підприємств нафтопереробної, лакофарбової, лісохімічної і т.п. промисловості. Але не тільки. Виявляється, феноли в воді можуть з'явитися навіть просто через неякісні труб і матеріалів, – стверджують фахівці. Труби, прокладки, рідкі ущільнювачі, герметики для труб можуть містити в своєму складі феноли. Виходить, що помінявши старі іржаві труби на нові, ви можете отримати фенол замість іржі. Погодьтеся,

результати такого «заміщення» не радують. Щоб повністю вирішити проблему виникла, ретельно підбирайте матеріали для ремонту, вивчайте сертифікати якості [5].

Аналіз води на фенол важливий для природних і стічних вод. Необхідно перевіряти воду на зміст фенолу якщо є підозра в забрудненні видатків промисловими стоками.

Феноли – сполуки нестійкі і піддаються біохімічному і хімічному окисленню. Багатоатомні феноли руйнуються в основному шляхом хімічного окислення.

Однак при обробці хлором води, що містить домішки фенолу, можуть утворюватися дуже небезпечні органічні токсиканти – діоксини.

Концентрація фенолів у поверхневих водах схильна до сезонних змін. У літній період вміст фенолів падає (із зростанням температури збільшується швидкість розпаду). Спуск в водойми і водотоки фенольних вод різко погіршує їх загальний санітарний стан, впливаючи на живі організми не тільки своєю токсичністю, а й значною зміною режиму біогенних елементів і розчинених газів (кисню, вуглекислого газу). В результаті хлорування води, що містить феноли, утворюються стійкі з'єднання хлорфенолів, найменші сліди яких ( $0,1 \text{ мкг/дм}^3$ ) надають воді характерний присмак [5].

Симптоми отруєння фенолом – це сильне печіння в місцях прямого контакту з ним, наявність сильних опіків на слизових, біль у роті, глотці і животі. В результаті з'являється пронос, блювота, нудота, слабкість і набряк легенів. У деяких випадках отруєння фенолом викликає зниження тиску і проблеми з серцем і судинами, судоми.

При виявленні «фенольних симптомів» слід негайно обмитися чистою водою. Якщо є опіки, то їх прикривають чистою тканиною. Якщо фенол потрапив в шлунок разом з водою, то слід виконати промивання шлунка в сприянні з активованим вугіллям. Ні в якому разі не можна використовувати спирт і вазелінове масло. Якщо отруєння фенолом хронічне, то це призводить

до анорексії, діареї, запаморочення, рясного слиновиділення, ускладненому ковтанню, нервових розладів, проблем з нирками, печінкою і серцем [5].

#### 1.4 Важкі метали

Важкими металами називають елементи періодичної системи Менделєєва, які володіють металічними властивостями та мають велику молекулярну масу.

Варто відзначити, що в певній кількості, яка передбачена природою, метали потрібні людському організму для нормальної роботи, але перевищені концентрації можуть призвести до згубних наслідків. Важкі метали зустрічаються людині повсюдно – в повітрі, воді, їжі і навіть косметиці. Їх джерелами можуть стати як промислові викиди, так і ерозія осадових і гірських порід. І нехай відомо, що потрапляння їх в організм слід уникати, це не завжди вдається – з цієї причини так важливо час від часу здійснювати аналіз продукту на підвищений вміст таких елементів.

Важливо розуміти що більшість солей важких металів потрапляють в навколишнє середовище внаслідок дій людини - в основному з викидів видобувних і обробних підприємств, а також теплових електростанцій. Іншими словами, це антропогенне забруднення.

Найоб'ємнішим джерелом забруднення є стічні води, які зливаються в поверхневі водойми з недостатнім рівнем очищення. Ще одним джерелом внесення важких металів є димові гази, які осідають на поверхню землі та змиваються з неї в джерела води. Та ще одним, мабуть, самим серйозним типом забруднення є води, які утворюються при затопленні шахтних виробок, в такому випадку відбувається забруднення навіть підземних вод.

Варто відзначити, що максимальний ризик отруєння солями важких металів зростає при використанні води без подальшого очищення з поверхневих водойм та криниць. У тих випадках, коли забруднені підземні



води, також не рекомендується споживання води зі свердловин. В першу чергу, стосується промислових регіонів Східної України.

Залежно від типу важкого металу, різниться тип його впливу на організм, а також причини, за якими він потрапляє в воду:

1. Манган – найпоширеніший забруднювач свердловинних вод. Ознаками наявності мангану в вашій воді є чорний, сірий, темно-коричневий наліт на трубах і сантехніці. Смак такої води зазвичай в'язкий, в колір жовтуватий. Руки при тривалому контакті можуть темніти, нігтьові пластини чорніти. При високих концентраціях цього мінералу в воді може з'являтися чорний осад.

Манган належить до третьої групи токсикантів, тобто є помірно небезпечним, і якщо найнеприємніші наслідки від прийому «залізної води» це регулярні закрепи, то з ним все складніше. Попри те, що він бере участь в процесах ферментації, кровотворення, формуванні кісткової тканини, надлишок цього мінералу може негативно позначатися на самопочутті людини. Основні наслідки регулярного вживання води з підвищеним вмістом марганцю – це проблеми центральної нервової системи, які проявляються сонливістю, слабкістю, а іноді навіть тривалими депресивними розладами. Дослідження також підтвердили, що його надлишок здатний негативно впливати на шлунково-кишковий тракт, нирки та кісткову тканину. Останнє критично для дітей, існує захворювання опорно-рухового апарату, яке називають марганцевим рахітом.

Основними джерелами надходження мангану в поверхневі води є процеси вилуговування залізомарганцевих руд і інших мангановмісних мінералів. Що стосується природного його вмісту в свердловинній воді, то причиною цьому є процеси розкладання живих організмів[6];

2. Свинець в поверхневих водах на території України поширений практично скрізь. Норматив свинцю в питній воді для України 0,01 мг/л, що відповідає міжнародним нормам. Небезпечною дозою є вже 1 мг/л, свинець віднесений до 2-гої групи токсичності. Ступінь забруднення залежить від

розвитку промисловості та насиченості трафіку на автотрасах. Наприклад, у великих містах і в селищах розташованих біля трас в поверхневих водах часто спостерігаються перевищення ГДК, тобто пити воду з колодязів або джерел зазвичай ризиковано. Варто зазначити, що свинець у невеликих концентраціях надає воді приємний солодкуватий смак.

Серед вражаючих дій можна виділити ураження нервової та кровотворної, серцево-судинної та видільної систем, порушення статевої функції жінок і чоловіків. Також існують дослідження, які підтверджують канцерогенний вплив свинцю. Варто зазначити, що максимально високу токсичність він має для дітей молодшого віку, оскільки вони засвоюють його до 40%, в той час, як дорослі – не більше 10%.

Небезпечний вплив має свинець на нервову систему, його наслідки, знову ж таки, передусім позначаються на дітях. Свинцева енцефалопатія супроводжується епілептичними нападами, головним болем тощо. Залежно від ступеня отруєння симптоми можуть відрізнятися і виявлятися з різною інтенсивністю. У дітей отруєння свинцем здатне призводити до зниження рівня розумового розвитку, а також до проблем зі слуховою та зоровою реакцією.

Ще одним поширеним наслідком є анемія, вона характерна для дітей і схожа на класичну залізодефіцитну. Часто зустрічаються порушення в роботі нирок (оборотна і необоротна нефропатії).

Вплив на серцево-судинну систему і шлунково-кишковий тракт вагомо менший, ніж на ЦНС, але він також зазначається, в розвитку, відповідно, брадикардії та ряду неспецифічних реакцій.

Основними джерелами надходження свинцю в воду й навколишнє середовище є:

природні джерела (природні мінерали, що містять свинець є одним з основних його джерел);

кольорова (98%) і чорна металургія (2%) – це процеси отримання самого металу, сплавів, а також обробки сировини;

машинобудування, паливна промисловість та енергетика – забруднення зумовлене використанням етильованого бензину, яке призводить до викиду токсинів в атмосферу з подальшим їх потраплянням в водойми. У багатьох розвинених країнах практично не використовуються такі бензини, в Україні їх використання обмежене, але не заборонене;

хімічна промисловість – виробництво пігментів. У наш час виробництво таких фарб мінімізоване;

транспортні підприємства – все те ж використання бензинів;

побутові відходи – цей момент дуже важливий, люди викидають в загальні контейнери органічне сміття та акумулятори. Здача побутових, автомобільних акумуляторів на переробку або правильну утилізацію може мати значний позитивний вплив на навколишнє середовище [6];

3. Ртуть – дуже небезпечний метал. Всі знають, як виглядають кульки ртуті з розбитого термометра, власне, їх в суспільстві заведено вважати великою загрозою для здоров'я, а поговорімо про розчинні сполуки ртуті.

При попаданні до організму людини всього 50 мг ртуті може виникнути летальна ситуація. Ртуть порушує цілісність тканин, і особливо великої шкоди наноситься нирками і нервовій системі. У воді гранично допустима концентрація ртуті - 0,0005 мг/л. У результаті техногенних катастроф або скидів промислових стоків у природні водойми, ця концентрація може значно збільшуватися.

При постійному вживанні води з концентрацією ртуті, що перевищує допустиму норму, відбувається втрата слуху, зору, мови, - уражається нервова система. А також порушується робота серцево-судинної системи. Це проявляється в тому, що кровоносні судини аномально розширюються, і артеріальний тиск падає до такої рівня, що життя уривається.

Також другою групою токсичних речовин, які утворюються в процесі роботи бактерій у водоймах і океані - є органічні сполуки ртуті. Однією з найбільш поширених є метилртуть. Якраз її виявляють в рибі та молюсках,

які шкідливо їсти. В Україні немає системних критичних перевищень її рівня у водах.

Основними джерелами надходження в атмосферу, а потім в воду сполук ртуті та її неорганічних сполук є процеси спалювання вугілля на електростанціях, утилізації промислових відходів, виробництва акумуляторів. Як приклад промислового забруднення ртуттю можна привести родовище "Микитівка" в Горлівці. З 2014 року через фактичну окупацію шахта перебувала в стані "сухої консервації", з 2016 року устаткування почало здаватися на металолом, а в 2018 році було відключено насосне обладнання, що призвело до підтоплень. Рівень забруднення поверхневих і підземних вод в тому районі робить їх непридатними для пиття.

Ще один приклад – територія заводу "Радикал" у Києві, яка на цей час не оброблена остаточно і несе певні загрози. Але в питанні забруднення питної води цей фактор можна не враховувати, оскільки вода з централізованої системи водопостачання Києва не піддається дії ртуті. Також некритичне підвищення рівнів ртуті можна спостерігати в містах, де розташовані теплові станції, що працюють шляхом спалювання вугілля [6];

4. Кадмій це важкий метал, який має серйозні побічні дії. У питній воді ГДК для кадмію  $0,001 \text{ мг/дм}^3$ , усі сполуки кадмію токсичні, вони відносяться до речовин другого класу токсичності. Його дія заснована на здатності зв'язувати сірковмісні кислоти та ферменти, в результаті чого, кадмій має нефро- і гепатотоксичність. Наслідками гострого отруєння можуть бути підвищення артеріального тиску, ниркова і легенева недостатність, патології серцево-судинної системи.

Варто відзначити, що кадмій є канцерогеном і здатний накопичуватися в організмі людини. На відміну від раніше згаданої ртуті, він не здатний проникати в мозок, тому не має нейротоксичності.

Найсерйознішими забруднювачами вод кадмієм є підприємства гірничо-металургійного комплексу України. Вони зосереджені в районі

Кривого Рогу, Маріуполя, Кам'янського та Нікополя. На територіях, наближених до виробництв, забруднені як всі поверхневі, так і підземні води, тому найбезпечнішим джерелом залишається вода з водопроводу, по можливості доочищена [6];

5. Цинк є мікроелементом, який в малих кількостях бере участь в ферментному обміні, а також в утворенні стероїдних гормонів, інсуліну тощо. При підвищенні вмісту може викликати специфічні захворювання.

У воді можуть міститися розчинні сполуки цинку, часто це сульфати та хлориди. При інтоксикації солями цинку відбуваються зміни в нирках, а при критичному передозуванні можливе виникнення жовтяниці. Варто відзначити, що при тривалому впливі він викликає зниження вмісту кальцію в крові та кістках, таким чином, порушується метаболізм фосфору і розвивається остеопороз. Також при системному впливі має канцерогенні властивості й може викликати безпліддя.

Основними джерелами його надходження в воду є металургійні та машинобудівні підприємства, також значний внесок вносять хіміко-фармацевтична, деревообробна і текстильна промисловості.

На території України забруднення поверхневих вод цинком характерне для міст з розвинутою металургійною і машинобудівною промисловістю: Кривий Ріг, Маріуполь та інші [6];

6. Нікель та кобальт у воді. Нікель є важливим мікроелементом, надмірні кількості якого призводять до підвищеної збудливості центральної нервової системи, анемії, алергічних реакцій. Нікель здатен впливати на структуру ДНК і підвищує ризик новоутворень. Що стосується кобальту, то його наслідки схожі та можуть викликати також серцеві захворювання.

В Україні родовища нікелю і кобальту розташовані в Кіровоградській і Миколаївській областях. Єдиним збагачувальним підприємством є Побузький феронікелевий комбінат біля Кропивницького. Що стосується виробництв нікельованих виробів, то вони поширені в основному в Полтавській, Дніпровській, Кіровоградській областях. Також відзначено

перевищення ГДК нікелю в Яворівському водосховищі Львівської області, на місці якого раніше був сірчаний кар'єр. Зустрічаються й інші локальні підвищення рівня цих токсикантів [6];

7. Арсен (миш'як) – це одна з найпопулярніших в середні віки отрут. Навіть зовсім низький вміст солей арсену у питній воді є небезпечним для людини. Він має токсичний вплив на всі системи людського організму і може призводити до смерті.

Джерелами природного забруднення арсеном є деякі природні мінерали, але, частіше, він вноситься в воду антропогенним шляхом. До джерел належать підприємства кольорової металургії, сталеплавильні заводи та теплові станції, що працюють на вугіллі. Також активно використовуються пестициди з невеликим вмістом арсену, змив яких призводить до забруднення ґрунтових вод і, відповідно, водойм.

Високий рівень миш'яку в поверхневих водах спостерігається на території басейну ріки Тиса на території Західної України [6].

Головною небезпекою важких металів є вміння накопичуватися в організмі і в подальшому не виводитися. У зв'язку з цим і проявляються регулярні проблеми зі здоров'ям, так як іони важких металів осідають в органах людського тіла, а у випадках з високою концентрацією навіть призводять до мутації. Метали небезпечні насамперед для життєво–важливих органів, наприклад, печінки і нирок, так як знижують їх фільтраційну здатність.

## 2 НОРМАТИВНІ ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ПРИ ВОДОПІДГОТОВЦІ

Питна вода, призначена для споживання людиною, повинна відповідати таким гігієнічним вимогам: бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні властивості і нешкідливий хімічний склад. Для виробництва питної води треба надавати перевагу воді підземних джерел питного водопостачання населення, надійно захищених від біологічного, хімічного та радіаційного забруднення.

Як і для забрудників атмосферного повітря, для води встановлено окреме нормування якості води. Принцип розподілу тут інший і пов'язаний з категорією водокористувачів. Останніх поділяють на дві категорії: використання води для задоволення потреб населення та для рибогосподарських цілей. Для потреб населення, підприємств харчової промисловості та культурно-побутових цілей (купання, відпочинок) використовують воду господарсько-питного призначення. Вода для рибогосподарських цілей має відповідати умовам життєдіяльності цінних порід риб, що мають високу чутливість до вмісту у воді кисню.

У водопровідній питній воді визначаються:

- хлороформ – якщо питна вода з поверхневих вододжерел;
- хлор залишковий вільний та зв'язаний, озон, поліакриламід – у разі застосування в процесі водопідготовки відповідних реагентів;
- формальдегід – у разі озонування води в процесі водопідготовки;
- діоксид хлору та хлорити – у разі обробки води діоксидом хлору в процесі водопідготовки.

У питній воді фасованій, з пунктів розливу та бюветів визначаються:

- хлороформ – якщо вода хлорується в процесі водопідготовки або використовується хлорована вихідна вода;

- формальдегід – у разі озонування води в процесі водопідготовки або якщо використовується озонована вихідна вода;
- срібло і діоксид вуглецю – у разі застосування в процесі водопідготовки відповідних реагентів чи речовин;
- поліакриламід – у разі використання в процесі водопідготовки водопровідної питної води з поверхневого джерела питного водопостачання [8].

Склад і властивості води у водоймах мають відповідати нормативам у створі, закладеному на водотоках, на відстані одного кілометра вище від найближчого за течією пункту водокористувача (господарсько-питне водопостачання, місця купання, організованого відпочинку, територія населеного пункту тощо), а на непроточних водоймах – на відстані одного кілометра по обидва боки від пункту водокористувача. У багатьох випадках стічні води скидають у межах міської забудови. Отже, першим пунктом водокористування в даному випадку є населений пункт. Тому стічні води слід очищати або розбавляти перед скиданням у водойму чи розсіювати відразу після випускання до встановлених нормативів ГДК.

Органолептичні показники визначають за запахом, смаком, кольором, кількістю завислих речовин, рН, загальною твердістю, загальною мінералізацією, сухим залишком, вмістом магнію, мангану, заліза, хлоридів, сульфатів, нафтопродуктів тощо. Питна вода має містити не більш як 1 г/л (в деяких випадках допускається 1,5 г/л ) солей. Вона не повинна містити галогенсульфід і метан, що надають їй неприємного запаху і смаку. Вміст солей кальцію і магнію зумовлює твердість води. Загальна твердість води має становити 7–10 мг екв/л [7].

Під забрудненістю розуміють такий стан водного об'єкта в офіційно встановленому місці його використання, за якого спостерігається відхилення від норми в бік збільшення вмісту тих чи інших компонентів. Критерієм забрудненості води є погіршення її якості внаслідок зміни хімічного складу, органолептичних властивостей і вмісту шкідливих для людей та рослинних і



тваринних організмів речовин, а також підвищення температури води, що несприятливо впливає на умови життєдіяльності водяних організмів. Водоохоронними називають заходи, вжиття яких забезпечує дотримання норм якості води у водоймі. Розрізняють п'ять основних аспектів водоохоронних заходів: юридичний, організаційний, екологічний, економічний і технічний. Основна нормативна вимога до якості води у водоймі – збереження встановлених гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин [8].

Під час вибору вододжерела та технології водопідготовки у випадку будівництва або реконструкції підприємства питного водопостачання населення треба надавати перевагу джерелам і технологіям, які забезпечать виробництво питної води з оптимальним вмістом мінеральних речовин за показниками фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води.

Важливим показником є прозорість води, яка зумовлює інтенсивність фотосинтезу, глибину проникнення світла в товщу води. Прозорість залежить від каламутності води, тобто від вмісту в ній завислих речовин. Водневий показник, або концентрація йонів водню (рН), визначає кислотність чи лужність води. При  $\text{pH} = 7$  вода нейтральна,  $\text{pH} < 7$  – кисла і  $\text{pH} > 7$  – лужна. Водневий показник питної води має становити 6,5–8,5 [8].

Токсикологічні властивості води визначають за вмістом азоту (аміаку, нітратів, нітритів), фтору, СПАР (сполук поверхнево-активних речовин), фенолу, ціанідів, міді, свинцю, цинку, хлору, нікелю, цезію-137 і стронцію-90. Санітарні показники оцінюють за вмістом розчиненого кисню, хімічним споживанням кисню (ХСК) та біологічним споживанням кисню (БСК).

Бактеріологічні показники визначають за вмістом бактерій, які поділяють на сапрофітних (не шкідливі для людини, інколи навіть корисні) та патогенних (хвороботворні). Оскільки патогенні бактерії виділити із всієї маси мікроорганізмів складно, то для оцінки якості води користуються мікробним числом (загальне число бактерій в  $1 \text{ см}^3$  води) і колі-індексом

(кількість кишкових паличок в 1 см<sup>3</sup> води) або колі-титром (об'єм води в кубічних сантиметрах, що припадає на одну кишкову паличку).

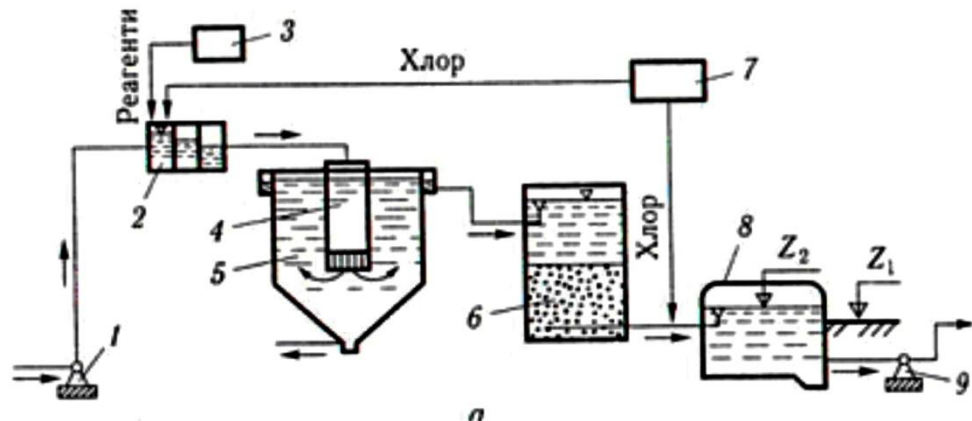
Допустимі концентрації радіонуклідів у поверхневих водах встановлюють виходячи з умови, щоб у разі потрапляння радіонуклідів в організм щодня впродовж усього життя створювалося внутрішнє опромінення, безпечне для людини. Важкорозчинні радіонукліди, потрапляючи в травний канал, легко надходять у кров, розносячись по всьому організму, накопичуються в печінці, кісткових тканинах, щитоподібній залозі тощо [7].

## 2.1 Загальна технологічна схема водопідготовки

Останнім часом розроблено й впроваджено у практику водопідготовки нові технологічні схеми. В цих схемах використовують електрокоагулятори, гідроциклони, тонкошарові відстійники, напірну флотацію, акустичні фільтри, контактні прояснювачі КП-3 (КО-3) та контактні фільтри КФ-5, повільні фільтри з механічним розпушуванням піску і гідрозмиванням забруднень після промивання та ін. Як приклад розглянемо кілька поширених технологічних схем.

Найпоширенішою як у нашій країні, так і за кордоном, є універсальна технологічна схема, зображена на рис.2.1. Її можна застосовувати для очищення природної води будь-якої якості. Очищувана вода під тиском насосів першого підйому подається на барабанні сітки для вилучення крупних зависей. Потім вона надходить у змішувач, у який додають хлор (первинне хлорування), коагулянт та за потреби лужні реагенти (підлугування води). Після змішування з реагентами вода надходить до камери пластівцеутворення, вмонтованої у відстійнику. Утворені великі агрегати пластівців випадають в осад у вертикальних або горизонтальних відстійниках. Вибір останніх залежить від продуктивності станції. За великої продуктивності застосовують горизонтальні відстійники. Потім вода

надходить на швидкий фільтр, перед яким за потреби до неї додають реагенти для дезодорації, фторування чи інтенсифікації процесу фільтрування. Профільтровану воду знезаражують і направляють у резервуар чистої води, звідки насосами другого підйому вона подається в мережу водоспоживача. Якщо воду використовують як технічну, то потреба в її дезодорації, фторуванні й знезараженні відпадає [8].

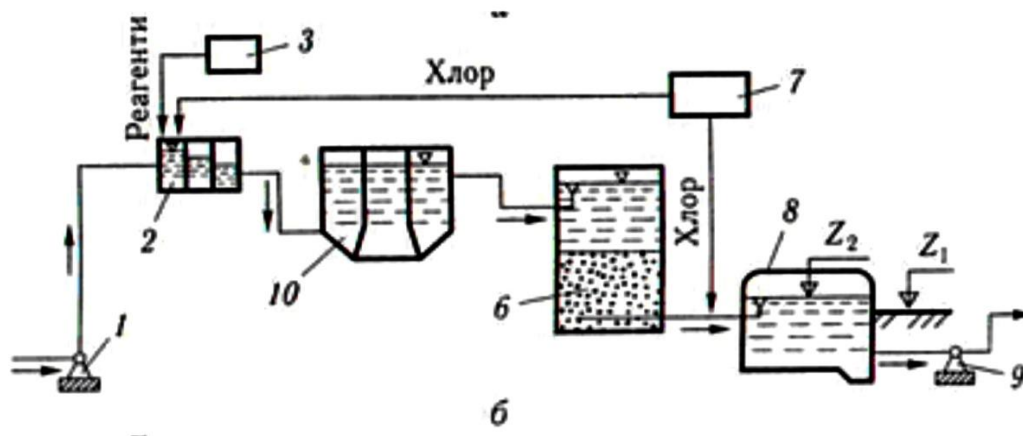


1 — насосна станція першого підйому; 2 — змішувачі; 3 — реагентний цех; 4 — коловоротна камера пластівцеутворення; 5 — вертикальний відстійник; 6 — швидкі фільтри; 7 — хлораторна; 8 — резервуари чистої води; 9 — насосна станція другого підйому

Рисунок 2.1 – Висотні схеми технологічних споруд водоочисних станцій з вертикальним відстійником і швидкими фільтрами [8].

Удосконалена технологічна схема (див. рис. 2.2) передбачає реагентне оброблення води, її прояснення і знебарвлення в шарі завислого осаду та фільтрування на швидких фільтрах. Тут функції камери пластівцеутворення і відстійника поєднуються в одному апараті — прояснювачі з завислим шаром осаду, що дає змогу інтенсифікувати процеси прояснення та знебарвлення. У цій технологічній схемі одночасно застосовують двошарові або двопотокові фільтри конструкції Крім того, у цій схемі передбачається вилучення великих зависей на барабанних сітках, дезодорація, фільтрування і знезараження. Порівняно з попередньою вона компактніша. Апарати

(споруди), що входять до складу цієї технологічної схеми, менші за об'ємом, але конструктивно складніші і це, в свою чергу, ускладнює їх експлуатацію.



1— насосна станція першого підйому; 2 — змішувачі; 3 — реагентний цех; 6 — швидкі фільтри; 7 — хлораторна; 8 — резервуари чистої води; 9 — насосна станція другого підйому; 10 — прояснювачі із завислим осадом

Рисунок 2.2 – Висотні схеми технологічних споруд водоочисних станцій з прояснювачами і фільтрами [8].

Деякі речовини шкідливі у відносно високих концентраціях саме під час контактної або органолептичної дії, тому їх ГДК у господарсько-питній воді значно вища із загальносанітарного погляду. Проте у воді для рибогосподарських цілей вони небезпечні для іхтіофауни, відповідно, норми ГДК на ці речовини тут вимогливіші. Так, для господарсько-питної води ГДК аміаку (за азотом) становить 2 мг/л, тоді як для води рибогосподарського призначення – у 40 разів менша. Нафтопродукти належать до слабкоотруйних речовин, проте вони мають різкий запах, тому в основу обмежень тут закладають органолептичні властивості води (ГДК – 0,3 мг/л). Проте м'ясо риби, що мешкає в забрудненій нафтою воді, має більш різкий запах. Крім того, нафта токсична для ікри, мальків і личинок. Тому у водоймах для розведення риби вміст нафти має бути меншим (0,05 мг/л) [8].

Для води культурно-побутового та господарсько-питного призначення в основу нормування покладені переважно санітарно-токсикологічні,

загальносанітарні та органолептичні обмеження, а для води рибогосподарського призначення – рибогосподарські, токсикологічні і почасти органолептичні ліміти. Всього для води господарсько-питного призначення встановлені ГДК для 640 речовин, рибогосподарського призначення – для 147 речовин [8].

У 1997 р. Міністерство охорони здоров'я України з метою забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення затвердило Державні санітарні правила і норми (САНПІН) «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання», де сформульовані жорсткіші вимоги щодо вмісту забруднювальних речовин, які за своїм значенням наближаються до нормативів Всесвітньої організації охорони здоров'я.

Основним традиційним методом біологічного очищення стічних вод є обробка їх активним мулом в аеротенках. Типова технологічна схема такого очищення води наведена на рис.2.3. Стічна вода після ретельного механічного очищення від різноманітного сміття, піску, жиру, інших дисперсних домішок, що осідають чи спливають у полі земного тяжіння, потрапляє у вузьку (3–11 м), глибоку (4–6 м) і довгу (50–250 м) споруду, де за постійної аерації очищається складним гідробіоценозом – активним мулом. Після тривалої (6–24 і навіть більше годин) обробки вода надходить у вторинний відстійник, в якому звільняється від активного мулу, а потім потрапляє для так званого третинного фізико-хімічного доочищення (іноді після хлорування) у проміжні водойми (ставки) і, нарешті, у річку. Частину активного мулу, що осідає у вторинному відстійнику, повертають до біологічної очисної споруди – аеротенку. Складну для розв'язання еколого-технологічну проблему створює за такої технології надлишковий мул: його дуже багато і він містить небезпечні вібріони, мікроорганізми, яйця гельмінтів тощо, а також іони важких металів, біологічно стійкі, токсичні і навіть мутагенні сполуки

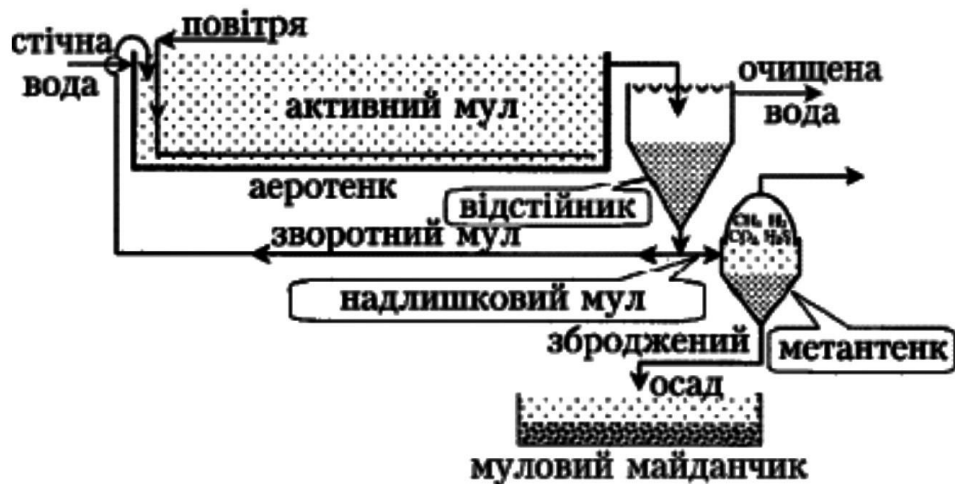


Рисунок 2.3 – Традиційне біологічне очищення води в аеротенку [8]

Таким чином, можна зробити висновок, що існує багато різних методів очищення води. Але, на мою думку, найефективнішим є універсальна технологічна схема, зображена на рис. 2.1. Її можна застосовувати для очищення природної води будь-якої якості.

## 2.2 Види знезараження

Знезараження води – це видалення з води всіх шкідливих бактерій і вірусів, які можуть викликати різні інфекційні захворювання.

Способи знезараження води:

- хімічне або реагентне;
- фізична або безреагентне;
- комбіноване;

Знезараження води хімічним (реагентним) способом здійснюється додаванням в рідину біологічно активних хімічних розчинів. Реагентне знезараження води відбувається в результаті додавання окислювачів хлору, озону, а також іонізацією. При використанні хімічного знезараження води, важливо дотримуватися правильного дозування хімічних реагентів і час їх реакції з водою. Для якісного знезараження води дозу реагентів

розраховують з надлишком, тому що це дасть більший знезаражуючий ефект. Дотримання цих умов дасть очікувану знезаражувальну дію.

Знезараження води фізичним (безреагентним) способом відбувається завдяки ультрафіолетовому світлу. При знезараженні води таким методом воду попередньо готують, очищаючи її від механічних домішок спеціальними механічними фільтрами. Також готують воду методом коагуляції, видаляючи при цьому, гельмінти і мікроорганізми [9].

Комбіноване знезараження води здійснюється фізичним і хімічним способом одночасно. Зараженість води визначають за допомогою бактеріологічного аналізу води, який покаже загальне число бактерій і кількість індикаторних бактерій групи кишкової палички (БГКП) в 1 міліграмі води. Основним видом БГКП є бактерії *E.coli*. Цей вид бактерій найлегше визначається, коефіцієнт стійкості до знезараження на високому рівні. *E. coli* при безпечної нормі є чітким визначником фекальних забруднень. Нормами СанПіН №383 встановлено загальне число бактерій *E.coli* не більш 50, за умови відсутності в 100 мл бактерій коліформи. Мірою яка б показала ступінь зараженості називається колі-індекс, це зміст *E.coli* в 1000 мл (1 літрі) води [10].

### 2.2.1 Хлорування

Хлорування є найпопулярнішим способом масового знезараження води. При його проведенні здійснюється обробка рідини хлором і сполуками. Метод вважається одним з головних досягнень профілактичної гігієни, так як сприяв припиненню поширення небезпечних кишкових інфекцій в містах та інших населених пунктах.

Процес хлорування має на увазі введення в воду рідкого хлору, який вступає в реакцію з рідиною, утворюючи соляну і хлорноватистую кислоти. В результаті цього утворюється активний хлор, який має знезаражувальні властивості. Щоб домогтися максимального ефекту і уникнути серйозних

наслідків для здоров'я, знезараження питної води необхідно проводити відповідно до дозуванням. Доза розраховується на підставі необхідності очищення води в період максимального забруднення – наприклад, під час паводків [11].

Показник, який вказує на достатність хлору, являє собою залишок речовини, який виявляється в воді після окислення знаходяться в ній елементів. Концентрація речовини не повинна перевищувати 0,5 мг/л. Важливо також враховувати, що кількість активного хлору, що вимагається для виконання процедури, встановлюється не по числу хвороботворних бактерій, а за загальною кількістю органічних речовин і мікроорганізмів, які, ймовірно, знаходяться в хлорованій воді. Складність методу полягає в тому, що тільки точно відміряна доза дасть необхідний результат.

Недостатня кількість речовини знизить бактерицидну дію, а його надлишок може привести до подразнення слизових оболонок під час пиття і погіршить органолептичні якості води. Щоб визначити концентрацію речовини в воді, можуть знадобитися послуги лабораторії, яка проведе дослідження питного джерела на наявність і кількість вільного хлору [11].

Серед переваг використання методу хлорування можна виділити наступні:

- Доступність методу і його доведена ефективність з високим ступенем знезараження.
- Очищена таким способом вода довгий час зберігає придбані властивості і може піддаватися консервації.
- Хлорування дозволяє позбавлятися від сторонніх запахів і кольоровості.

На сьогоднішній день існують і більш прогресивні способи очищення, однак вони менш доступні з фінансової точки зору і більш трудомісткі.

Важливо враховувати, що після завершення хлорування вільний речовина випаровується, але у водопровідній воді залишок в будь-якому випадку присутній, а іноді навіть в підвищеній концентрації. У зв'язку з цим



після проведення процедури питну воду перед вживанням краще відстояти протягом 24 годин [11].

Незважаючи на всі переваги, хлорування має і свої негативні сторони. З найбільш серйозних проблем можна відзначити високу активність хлору, вступає в реакцію з більшістю речовин, що містяться у воді. Найбільш небезпечними в цьому сенсі є поверхневі джерела, в яких знаходиться велика кількість органічних речовин. З інших недоліків можна відзначити:

- Реагенти відрізняються високою корозійною активністю;
- Існує ризик утворення хлороформу та інших небезпечних для організму людини сполук. Серед них також можна виділити діхлорбромметан і трібромметан. Вони утворюються під час хлорування води з поверхневих джерел, які багаті органічними сполуками з канцерогенну дію;
- Не варто забувати і про витоки, які також несуть потенційну небезпеку для здоров'я людини.

У разі потрапляння хлору в організм через дихальні шляхи або шкіру, існує більший ризик розвитку онкологічних і серцевих захворювань, проблем з травленням, а також ураження центральної нервової системи. З цієї причини до транспортування сполук хлору пред'являються особливо високі вимоги.

Незважаючи на наявні недоліки, хлорування залишається найбільш перевіреним і доступним методом знезараження, використовується на більшості станцій водопідготовки в країні. Він поступово витісняється альтернативними методами – озонуванням і ультрафіолетом, але в найближчі роки залишиться фактично безальтернативним варіантом для масового використання.

### 2.2.2 Озонування

Озонування води – це затребуваний метод, який дозволяє очищати великі обсяги води від бактеріологічних забруднень.

Системи озонування застосовуються в водоочистці вже більше 100 років для: знезараження, вилучення з води розчиненого заліза і марганцю, окислення елементів неорганічного і органічного походження, пестицидів, поліпшення смаку і зовнішнього вигляду рідини, видалення запахів.

Газ має властивість швидко розкладатися в повітрі і особливо у воді.

Ступінь розчинення газу в рідині залежить від значення рН та кількості речовин, що містяться у водному розчині.

При несуттєвому вмісті у воді кислот і нейтральних солей ступінь розчинності газу збільшується, наявність великої лужності знижує його розчинність.

Озонування чудово окисляє і адсорбує гумінові кислоти, які викликають кольоровість, надають воді жовте забарвлення.

Озон в 15-30 разів спрацьовує швидше хлору при знезараженні води.

Після хлорування рідина має зеленувато-жовтого забарвлення.

Вода, що пройшла обробку на станції озонування має блакитний відтінок.

При великих концентраціях заліза, марганцю і відсутності можливості їх видалення використовуючи інші технології, можливо, пристосувати озонування для окислення заліза і марганцю [12].

Установка озонування є універсальною технологією обробки води, виявляючи свою дію одночасно в органолептичному, фізичному і бактеріологічному відношеннях.

Метод озонування води не змінює кількість розчинених мінеральних речовин у воді після її обробки, не вносить в воду додаткових речовин, як при хлоруванні.

У процесі роботи рідина збагачується киснем для знезараження і окислення домішок. Залишки газу видаляються на деструкторі.

Масова концентрація газу, що знаходиться у повітрі обслуговуючої зони не повинна перевищувати діючі норми і вимоги ГДК.

Озон є отруйною речовиною, він має подразнюючу дію. Знаходження озону в повітрі легко виявити за гострим запахом, властивим цьому газу.

Концентрація газу в приміщенні зони обслуговування персоналу не повинна перевищувати 0,0001 мг/л. Короткочасне перебування людини в приміщенні з концентрацією газу в повітрі 0,001 мг/л, допускається. Концентрація газу 0,018 мг/л викликає задуху.

При обладнанні станції необхідно забезпечити короткі шляхи руху суміші повітря з озоном який виробляє генератор і подає до контактної ємності і газонепроникність трубопроводів, що підводять озон.

Установки знезараження можуть бути з напівавтоматичним або автоматичним керуванням.

Операція, яка в незалежності від типу автоматизації виконується в ручну – це очищення електродів яку потрібно робити один раз в рік.

Промислові установки знезараження часто комплектуються приладами для вимірювання дози газу (мг/л). Дія цих приладів базується на фотометричному або електролітичному принципі [12].

### 2.2.3 УФ-опромінення

Ультрафіолетове опромінення (УФ) – невидиме оком людини електромагнітне випромінювання, що займає спектральну область між видимим і рентгенівським випромінюваннями. Важливими для розуміння дії ультрафіолету є два параметри – довжина хвилі (в нм) та інтенсивність випромінювання ( $y$  Вт/м<sup>2</sup> або мкВт/см<sup>2</sup>), які пов'язані з дозою випромінювання ( $\text{Вт}\cdot\text{с}/\text{м}^2 = \text{Дж}/\text{м}^2$ ) [13].

Ультрафіолетове світло існує в діапазоні від 200 до 400 нм. Залежно від довжини хвилі спектр ультрафіолету поділяється на три ділянки (діапазони) – UVA, UVB и UVC. Найбільша бактерицидна дія властива діапазону UVC, з піком приблизно на 260–265 нм. Принцип бактерицидної дії ЦФ в основному пов'язаний з тим, що фотони УФ руйнують зв'язки в нуклеїнових молекулах,

ДНК або РНК, мікроорганізмів. Крім того, певною мірою УФ спричиняє фотохімічні реакції в білках мікробів. Найбільш чутливою мішенню для бактерицидного УФ є ДНК бактерій, далі йде ДНК ДНК-вмісних вірусів, потім РНК РНК-вмісних вірусів та ДНК грибів.

Існує багато типів джерел бактерицидного ультрафіолету: ртутні лампи низького та високого тиску, імпульсні ксенонові лампи, ексимерні (KrCl) лампи, LED-лампи [13].

Найбільш доступним, дешевим, вивченим та широко застосованим в Україні джерелом ультрафіолету є ртутні лампи низького тиску. 85% випромінювання даних ламп припадає саме на довжину хвилі 254 нм, що пояснює їх бактерицидну дію. Сучасні бактерицидні ультрафіолетові лампи не утворюють озон, тобто безозонові. І це дуже добре, так як озон — це шкідлива реакційноздатна речовина, яка шкідливо впливає на здоров'я людей.

Озон під час роботи бактерицидних УФ-ламп утворюється за рахунок наявності «побічного» випромінювання на довжині хвилі 185 нм. Саме під дією цього випромінювання з кисню, який міститься в повітрі приміщення, утворюється озон. Для виключення цього «побічного» випромінювання в сучасних лампах використовують спеціальне покриття на внутрішній поверхні скляної колби лампи або використовують спеціальне скло для виробництва колб, наприклад, увіолеве, яке не пропускає випромінювання менше 200 нм (більш ефективний спосіб).

Присутність озону в повітрі приміщення є абсолютним показанням для його провітрювання. Саме тому спірним залишається питання використання озонаторів для дезінфекції приміщень. На даний час для технології озонування повітря відсутня достатня доказова база щодо зниження ризиків передачі інфекційних захворювань в закритих приміщеннях, безпечності впливу на людей, які перебувають у приміщенні, та моніторингу концентрації озону, величина гранично допустимої концентрації озону в

повітрі закритих приміщень під час роботи озонаторів, величина концентрації озону, необхідної для належного рівня дезінфекції.

Також для розуміння дії бактерицидних УФ-ламп, необхідно знати, що температурний оптимум їх роботи – 20-24 °С, оптимум відносної вологості – 30-70%. Висока відносна вологість в приміщенні може «екранувати» (захищати) мікроорганізми (у бактерій висока відносна вологість активує процеси фотореактивації, що збільшує їх стійкість до дії УФ) [12].

Бактерицидні УФ-лампи використовують у складі спеціальних приладів – УФ-опромінювачів. Наразі виділяють три типи УФ-опромінювачів – відкриті, екрановані та закриті (або рециркулятори). Тип опромінювача визначає характер та особливості його використання. Важлива деталь в опромінювачах є баласт (частина опромінювача, що забезпечує включення лампи). Якісний баласт може збільшувати термін експлуатації бактерицидних ламп в два рази та більше.

Для оцінки роботи бактерицидних УФ-ламп та налагодження ефективної роботи УФ-опромінювачів використовуються спеціальні прилади – УФ-радіометри, які відкалібровані для вимірювань на довжині хвилі 254 нм.

Відкриті УФ-опромінювачі. Принцип їх роботи полягає в прямому опроміненні ультрафіолетом приміщення для дезінфекції повітря та поверхонь за умов відсутності людей. Дезінфекція проходить в тих місцях, куди потрапляють прямі промені ультрафіолету. Місця та зони, куди не потрапляють прямі УФ-промені, не дезінфікуються, тому їх часто називають «мертвими».

Слід розуміти, що УФ дезінфікує лише поверхні і не має проникаючої сили, і його корисність буде обмежена, коли мікроби розташовані в середині пилу, бруду, жиру або на «мертвих» ділянках робочих поверхонь. Тому відкриті УФ опромінювачі ніколи не рекомендують як єдиний засіб дезінфекції приміщень, але за умови використання разом із очищенням мийно-дезінфекційними засобами вони дають гарний результат [13].

Відкриті УФ-опромінювачі бувають стаціонарні та пересувні. Якщо ви зупинили вибір на стаціонарному відкритому УФ-опромінювачі, треба ретельно підходити до обрання місця його розташування, враховуючи форму приміщення, розміщення меблів, основне місце проведення робочого процесу. За використання пересувного УФ-опромінювача для досягнення гарного рівня дезінфекції приміщення, як правило, застосовують знезараження приміщення з кількох точок – для цього опромінювач поступово переміщують. Використання пересувних опромінювачів з великою кількістю бактерицидних УФ-ламп (4-6 та більше) дає змогу відчутно зменшити час дезінфекції приміщення.

До речі, саме через неможливість дезінфекції в «мертвих зонах» заборонено використовувати УФ-стерилізатори для стерилізації та дезінфекції медичних виробів.

Наразі в Україні немає жодного нормативно-правового документу, який би регламентував розрахунок часу роботи відкритого УФ-опромінювача (або знезараження приміщення за допомогою УФ). І навряд чи хтось зможе пояснити їх час роботи, який використовується – чому саме 30 чи 45 хвилин для цього приміщення, а не інше значення. Обґрунтованим методом розрахунку часу роботи відкритих опромінювачів є той, який враховує летальні дози УФ мікроорганізмів, які можуть бути присутні в приміщенні, та інтенсивність УФ-випромінювання в дальній від опромінювача точці приміщення.

Також важливо зазначити, що відкриті УФ-опромінювачі для дезінфекції повітря не доцільні для профілактики інфекцій, які передаються через повітря, під час процедур із тривалим утворенням інфекційного аерозолі.

Для приблизного розрахунку кількості відкритих УФ-опромінювачів використовують правило: 1-2,5 Вт потужності бактерицидної УФ лампи на 1 м<sup>3</sup> об'єму приміщення.

Таким чином, відкриті УФ-опромінювачі підходять для дезінфекції повітря і поверхонь як додатковий метод в сукупності з іншими, після генерального або рутинного прибирання приміщень, під час підготовки приміщення до маніпуляцій та процедур, що вимагають стерильних умов (у маніпуляційній, операційній та ін.), у перервах в роботі (наприклад, кабіна/кімната для збирання мокротиння, кабінет для прийому пацієнтів у поліклініці тощо).

Екрановані опромінювачі. Принцип їхньої роботи полягає в тому, що верхня частина приміщення постійно знезаражується бактерицидним УФ-випроміненням за умов присутності людей в приміщенні. Використовуються для дезінфекції повітря в закритих приміщеннях, особливо за умов неадекватної вентиляції (як механічної, так і природної).

Двома незалежними фундаментальними дослідженнями в Перу та Південно-Африканській Республіці було доказано ефективність екранованих УФ-опромінювачів в попередженні передавання туберкульозу, також є дослідження щодо запобігання поширенню інших патогенів через повітря (кір, вітряна віспа тощо, зокрема стійких до антимікробних препаратів). Використання екранованих УФ-опромінювачів рекомендовано ВООЗ для профілактики передачі туберкульозу [13].

Ефективність роботи екранованих УФ-опромінювачів залежить від перемішування повітря в приміщенні між верхньою та нижньою зонами, що може забезпечуватися роботою вентиляції або будь-яких типів вентиляторів тощо.

УФ-випромінення з верхньої зони приміщення може відбиватися від стелі, стін та будь-яких предметів у нижню частину приміщення. Тому обов'язковою умовою використання екранованих УФ-опромінювачів є перевірка безпечних рівнів УФ-випромінення в нижній частині приміщення. Дані вимірювання зазвичай проводяться на рівні очей людини середньостатистичного зросту (1,7 м), біля ліжок пацієнтів та на робочих місцях співробітників. Для зменшення ризиків перевищення рівнів УФ у

нижній частині приміщення під час роботи екранованих опромінювачів слід уникати використання матеріалів з високим коефіцієнтом відбиття УФ (наприклад, побілка) та віддавати перевагу матеріалам з низьким коефіцієнтом відбиття УФ (наприклад, фарби зі вмістом діоксиду титану або оксидом цинку). З тієї ж причини не рекомендовано використовувати екрановані УФ-опромінювачі у приміщеннях з висотою стелі менше 2,3 м.

Екрановані опромінювачі за типом конструкції бувають звичайні (з відкритим верхом) та із жалюзі. Для приміщень заввишки до 2,8-3 м рекомендовано використовувати екрановані опромінювачі з жалюзі для зниження ризиків перевищення рівнів УФ в нижній частині приміщення, там де перебувають люди.

Для приблизного розрахунку кількості екранованих УФ-опромінювачів використовують правило: одна 30-ватна УФ-лампа на 18-20 м<sup>2</sup> приміщення. Для ефективної дезінфекції повітря в закритих приміщеннях рекомендовано обирати такі екрановані опромінювачі та розміщувати їх таким чином, щоб у верхній частині приміщення рівень УФ-випромінювання в середньому складав 30-50 мкВт/см<sup>2</sup>.

Тобто, екрановані опромінювачі рекомендовано використовувати в приміщеннях, де є ризики передачі інфекцій повітряним шляхом або в приміщеннях, де проводяться аерозоль-генеруючі процедури, причому як в цілодобовому режимі, так і під час робочого процесу, особливо за незадовільної роботи вентиляції (наприклад, у приміщеннях для очікування, реанімаційних відділеннях та відділеннях інтенсивної допомоги, кімнатах бронхоскопії, палатах для ізоляції хворих з аерогенною інфекцією, палатах для хворих на туберкульоз, операційні і секційні зали, рентгенологічні та стоматологічні кабінети) [13].

Рециркулятори (закриті опромінювачі) Принцип роботи полягає в тому, що повітря з приміщення проходить через корпус приладу, в якому працює бактерицидна УФ-лампа.



Використовувати рециркулятори для дезінфекції не рекомендовано. Основним причиною є занадто низька ефективність роботи.

Щоб зрозуміти це необхідно розібратися, що таке ефективна дезінфекція повітря в закритих приміщеннях. На практиці забруднення (в тому числі й інфекційним аерозолем) повітря – це не стала одномоментна величина. Так, наприклад, у палаті хворого на туберкульоз чи в кабінеті бронхоскопії повітря забруднюється постійно, і дуже важливо якомога швидше та ефективніше це «забруднення» видаляти або знезаражувати, для того щоб знизити ризики інфікування медичних співробітників та/або інших пацієнтів та розповсюдження інфекційного аерозолу в інші приміщення.

Для оцінки ефективного очищення (дезінфекції) повітря в практиці інфекційного контролю прийнято використовувати термін еквівалентна кратність повітрообміну. Однократний повітрообмін – це видалення 63% забруднення з повітря приміщення за годину, двократний – видаляє додатково 63% від залишку ( $37\%$ -й залишок ( $100-63$ );  $37*63\% \approx 23\%$ ; тобто взагалі за двократного повітрообміну видаляється  $63+23 = 86\%$  «забруднень» за годину). Рекомендована швидкість очищення (дезінфекції) повітря – як мінімум 6-кратний повітрообмін (тобто 99% очищення повітря досягається за 46 хвилин), в ідеалі – 12-кратний повітрообмін (тобто 99% очищення повітря досягається за 23 хвилини) [13].

З огляду на інші конструктивні недоліки рециркуляторів, як-от малий радіус дії, утворення «короткого» контуру, неможливість адекватного обслуговування тощо, більшість таких пристроїв на ринку України за ефективністю відповідають однократному повітрообміну й нижче, що є дуже малим показником. Наприклад, екрановані УФ-опромінювачі, порівняно з рециркуляторами, за ефективністю роботи еквівалентні приблизно 20-кратному повітрообміну.

### 3 ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Україна належить до найменш забезпечених власними водними ресурсами країн Європи і є одним з регіонів зі значним антропогенним навантаженням на водні джерела та нестачею достатньої кількості прісної води.

Питне водопостачання України майже на 80% забезпечується поверхневими водами. Водночас більшість басейнів річок згідно з гігієнічною класифікацією водних об'єктів за ступенем забруднення можна віднести до забруднених та дуже забруднених, проте склад очисних споруд та технології водопідготовки фактично не змінились. У той же час наявні очисні споруди, технології очистки та знезараження питної води не спроможні очистити її до рівня показників безпеки.

Протягом 2019 року територіальними лабораторними центрами МОЗ України із джерел централізованого водопостачання, у тому числі водогонів, було досліджено за санітарно-хімічними показниками 128441 пробу питної води (у 2018 – 146007, 2017 – 146153, у 2016 – 122901), за мікробіологічними – 166705 проб (у 2018 – 186317, 2017 – 184100, у 2016 – 157079) [14].

У 2019 році питома вага нестандартних проб питної води, відібраних із джерел централізованого водопостачання, у тому числі водогонів, за санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками році становить 22,3% та 8,2% відповідно (у 2018 – 22,7% і 7,7%, 2017 – 20,0% та 6,7%); у тому числі з комунальних водопроводів - відповідно 17,2% та 5,7% (проти відповідно у 2018 – 18,5% і 5,1%, 2017 – 16,2% та 4,6%); сільських водопроводів - відповідно 31,2% та 11,4% (проти відповідно у 2018 – 29,8% і 11,8%, 2017 – 27,4% та 11,2%) [14].

Найбільша кількість нестандартних проб питної води з централізованих систем водопостачання реєструється, як і раніше, на сільських та локальних водопроводах, найменша – на комунальних і міжрайонних (табл.3.1).

Таблиця 3.1. – Відсоток досліджених проб питної води, що не відповідають вимогам нормативам (%) [14]

За санітарно-хімічними показниками			
Водопроводи	2017	2018	2019
Комунальні	16,2	18,5	17,2
Відомчі	18,9	21,0	22,6
Сільські	27,4	29,8	31,2
Міжрайонні	10,5	15,8	7,8
Локальні	25,4	33,5	35,8
За мікробіологічними показниками			
Водопроводи	2017	2018	2019
Комунальні	4,6	5,1	5,7
Відомчі	6,2	7,3	8,9
Сільські	11,2	11,9	11,4
Міжрайонні	4,2	5,4	7,2
Локальні	12,6	12,6	12,9

У 2019 році питома вага нестандартних проб питної води за санітарно-хімічними показниками у Луганській, Миколаївській, Полтавській, Рівненській, Київській областях, а за мікробіологічними показниками - у Рівненській, Тернопільській, Вінницькій, Хмельницькій, Миколаївській, Івано-Франківській, Закарпатській областях у півтора рази і більше перевищує середні показники по країні (табл.3.2).

Таблиця 3.2. – Питома вага нестандартних проб питної води (%) [14]

За санітарно-хімічними показниками			
Області	2017	2018	2019
Запорізька	32,7	29,1	25,6
Луганська	41,9	49,7	46,4
Миколаївська	50,8	47,1	55,8
Середній по Україні	20,0	22,7	22,3
За мікробіологічними показниками			
Області	2017	2018	2019
Закарпатська	8,4	15,7	11,8
Харківська	5,8	7,5	8,0
Миколаївська	12,0	12,2	12,7
Тернопільська	15,1	13,3	15,3
Середній по Україні	6,7	7,7	8,2

Протягом 2019 року територіальними лабораторними центрами МОЗ України із водопровідної мережі було відібрано для досліджень за мікробіологічними показниками 117786 проб питної води (у 2018 – 132806, 2017 – 125184). Питома вага нестандартних проб питної води, відібраних із водопровідної мережі за мікробіологічними показниками, у 2019 році становила 8,3% (у 2018 – 7,8%, 2017 – 6,7%) [14].

Протягом 2019 року територіальними лабораторними центрами МОЗ України із водопровідної мережі було відібрано для досліджень за санітарно-хімічними показниками 92502 проби питної води (у 2018 – 105083, 2017 – 98375). Питома вага нестандартних проб питної води, відібраних із водопровідної мережі за санітарно-хімічними показниками становила 18,6% (у 2018 – 18,5%, 2017 – 17,8%); у тому числі на нітрати – 2,6% проб (у 2018 – 2,6%, 2017 – 874 – 2,0%) [14].

У 2019 році питома вага досліджених на атомно-абсорбційному фотометрі проб питної води з джерел централізованого та нецентралізованого водопостачання, які не відповідали санітарним вимогам: на свинець становила 1,5% (у 2018 – 0,9%, 2017 – 1,2%, 2016 – 0,6%); на залізо – 2,0% (у 2018 – 3,3%, 2017 – 4,1%, 2016 – 7,0%); на марганець – 3,4% (у 2018 – 3,7%, 2017 – 1,7%, 2016 – 2,7%); на кадмій – 0,7% (у 2018 – 0,7%, 2017 – 0,9%, 2016 – 0,7%); по вуглецю 4-хлористому 0,0% (у 2018 – 0,3%, 2017 – 0,5%, 2016 – 0%); по хлороформу – 31,6% (у 2018 – 23,3%, 2017 – 28,7%, 2016 – 32,4%) [14].

На якість питної води систем централізованого водопостачання негативно впливає незадовільний санітарно-технічний стан водопровідних споруд і мереж, відсоток їх зношеності, що становить у різних регіонах від 30% до 70%, несвоєчасні проведення капітальних та поточних планово-профілактичних ремонтів та ліквідації аварій.

Особливу занепокоєність викликає стан водопостачання сільського населення – у 2019 році питома вага сільських водопроводів, на яких

результати лабораторних досліджень не відповідають нормативам склала 44,6% із 5906 сільських водопроводів, на яких проводились дослідження.

Визначається погіршення якості питної води з сільських централізованих систем водопостачання. У 2019 році питома вага досліджених проб питної води з сільських водопроводів, які не відповідали вимогам, становила 31,2% за санітарно-хімічними (вище рівнів показника 2018 – 2017 років – 29,8%, 27,4%) та 11,4% за мікробіологічними показниками (на рівні 2018-2017 років – 11,9%, 11,2%).

Зміна форм власності та передача сільських водопроводів на баланс органів місцевого самоврядування загострили проблему забезпечення населення питною водою гарантованої якості. Водопроводи знаходяться в незадовільному технічному стані, населення змушено проводити ремонти за свої кошти. На багатьох сільських водопроводах немає очисних споруд та знезаражуючих установок, відсутній виробничий лабораторний контроль якості питної води.

Водночас централізованим водопостачанням забезпечено лише четверту частину сіл України. Решта сільського населення споживає воду з колодязів та індивідуальних свердловин, які у переважній більшості знаходяться у незадовільному санітарно-технічному стані.

Моніторинговими дослідженнями лабораторних центрів України у 2019 році охоплено 58780 джерел нецентралізованого водопостачання, на яких проводились дослідження питної води (у 2018 – 70830, 2017 – 72876), з них 47824 шахтних колодязі (у 2018 – 59821, 2017 – 63423), 7183 артезіанських свердловини (у 2018 – 7318, 2017 – 6338), 534 каптажі (у 2018 – 713, 2017 – 660) [14].

У 2019 році питома вага досліджених проб питної води з джерел нецентралізованого водопостачання, які не відповідали вимогам, становила 30,4% за санітарно-хімічними (нижче рівнів показника у 2018 – 34,4%, 2017 – 32,6%, 2016 – 33,2%) та 24,6% за мікробіологічними показниками (вище рівнів показника у 2018 – 23,4%, 2017 – 20,4%, 2016 – 23,1%), у тому числі з

шахтних колодязів, які не відповідали санітарним вимогам, становила 37,0% за санітарно- хімічними (вище рівнів показника у 2018 – 35,6%, 2017 – 34,3%, 2016 – 33,7%) та 30,1% за мікробіологічними показниками (вище рівнів показника у 2018 – 27,9%, 2017 – 23,8%, 2016 – 24,9%) (табл.3.3).

Таблиця 3.3. - Питома вага досліджених проб питної води з джерел нецентралізованого водопостачання, які не відповідали нормам за санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками (%) [14]

Показники	2017	2018	2019
Санітарно-хімічні	32,6	34,4	30,4
Мікробіологічні	20,4	23,4	24,6

Проводився моніторинг вмісту нітратів у воді нецентралізованих джерел водопостачання, зокрема колодязів та каптажів, вода з яких використовується для споживання дітьми віком до 3-х років щодо попередження виникнення водно-нітратної метгемоглобінемії у дітей, щоквартальний збір та опрацювання інформації. Обстежено у 2019 році 47824 шахтних колодязя, з них 16237 громадських і 31587 індивідуальних, 534 каптажі, з них 333 громадських, 7183 артезіанських свердловини, 436 бюветів (у 2018 – 59824 шахтних колодязі, з них 19792 громадських і 38085 індивідуальних, 713 каптажів, з них 298 громадських, 7318 артезіанських свердловин, 384 бювети) [14].

За санітарно-хімічними показниками досліджено у 2019 році 15844 проби питної води з громадських колодязів (у 2018 – 21972, 2017 – 24476), з них не відповідали нормативам – 46,5% (у 2018 – 46,8%, 2017 – 39,6%), у тому числі на вміст нітратів – 14111 (у 2018 – 18402, 2017 – 21314), з них не відповідали нормативам за вмістом нітратів – 39,0% (у 2018 – 40,2%, 2017 – 33,1%), за мікробіологічними показниками досліджено 17235 проб (у 2018 – 22176, 2017 – 23378), з них не відповідає нормативам – 38,8% (у 2018 – 30,8%, 2017 – 27,8%). Кількість досліджених проб питної води з індивідуальних колодязів за санітарно- хімічними показниками – 30985 проб

(у 2018 – 40448, 2017 – 40929), з них не відповідали нормативам – 33,3% (у 2018 – 31,0%, 2017 – 33,9%), у тому числі на вміст нітратів – 28497 (у 2018 – 37856, 2017 – 39581), з них не відповідає нормативам за вмістом нітратів – 30,5% (у 2018 – 28,7%, 2017 – 29,9%), за мікробіологічними показниками досліджено 13792 проби (у 2018 – 16863, 2017 – 9297), з них не відповідало нормативам 30,3% (у 2018 – 27,6%, 2017 – 20,2%).

Кількість досліджених проб питної води з каптажів за санітарно-хімічними показниками – 941 пробу (у 2018 – 855, 2017 – 988), з них не відповідали нормативам – 19,4% (у 2018 – 13,7%, 2017 – 13,3%), у тому числі на вміст нітратів – 818 (у 2018 – 580, 2017 – 808), з них не відповідає нормативам за вмістом нітратів – 12,2% (у 2018 – 10,9%, 2017 – 20,7%), за мікробіологічними показниками досліджено 1208 проб (у 2018 – 1245, 2017 – 1196), з них не відповідало нормативам 27,2% (у 2018 – 24,8%, 2017 – 18,6%); у тому числі з громадських каптажів – за санітарно-хімічними показниками досліджено 693 проби питної води (у 2018 – 541, 2017 – 561), з них не відповідали нормативам – 20,5% (у 2018 – 16,8%, 2017 – 12,1%), у тому числі на вміст нітратів – 586 (у 2018 – 430, 2017 – 316), з них не відповідали нормативам за вмістом нітратів – 14,8% (у 2018 – 14,4%, 2017 – 11,1%), за мікробіологічними показниками досліджено 705 проб (у 2018 – 630, 2017 – 582), з них не відповідає нормативам – 27,2% (у 2018 – 22,2%, 2017 – 16,2%).

### 3.1 Епідемічні ситуації, пов'язані з якістю питної води.

Невідповідність якості питної води нормативним вимогам є однією з причин поширення в державі багатьох інфекційних (вірусний гепатит А, черевний тиф, ротавірусна інфекція тощо) та неінфекційних (хвороби системи травлення, серцево-судинної, ендокринної системи тощо) хвороб.

У 2019 році було зареєстровано 6 спалахів, пов'язаних з вживанням недоброякісної питної води, при цьому постраждало 177 мешканців, з них 151 дитина: 1 спалах на вірусний гепатит А – постраждало 5 мешканців, у

т.ч. 3 дитини (Черкаська – с. Нова Гребля Жашківського р-ну, у побуті – вода кринична); 1 спалах на ротавірусну інфекцію – постраждало 7 дітей (Тернопільська – м.Тернопіль, ДНЗ – вода бутильована); 1 спалах на шигельоз - постраждало 57 осіб, у т.ч. 54 дитини (Одеська – смт. Сергіївка Б-Дністровського р-ну, табір відпочинку – вода централізованих мереж водопостачання, можливе забруднення якої виникло через аварійну ситуацію на водогоні); 1 спалах на гострі кишкові інфекції встановленої етіології – постраждало 16 мешканців, у т.ч. 15 дітей (Тернопільська – с. Новосілка Заліщицького р-ну, у побуті – вода кринична); 2 спалахи на гострі кишкові інфекції невстановленої етіології – постраждало 92 особи, у т.ч. 72 дитини (Донецька – смт. Іванопілля Костянтинівського р-ну, у побуті – питна вода централізованого водопостачання через перебої у постачанні – 66, з них 47 дітей; Миколаївська – с. Коблево Березанського р-ну, позаміський дитячий заклад оздоровлення та відпочинку – постраждало 25 дітей – питна вода привізена) [14].

У 2018 році було зареєстровано 3 спалахи, пов'язаних з вживанням недоброякісної питної води, при цьому постраждало 180 мешканців, з них 70 дітей, – на вірусний гепатит А – постраждало 132 мешканця, у т.ч. 27 дітей (Миколаївська – м.Миколаїв – у побуті – питна вода); на ротавірусну інфекцію – постраждало 48 мешканців, у т.ч. 43 дитини (Київська – Києво-Святошинський район, с. Софіївська Борщагівка – ЖК «Львівський маєток», ЖК «Софіївський квартал» та ЖК «Софіївська слобідка» – постраждало 39 осіб, з них 34 дитини – у побуті вірогідно питна вода з централізованих мереж водопостачання, можливе забруднення якої виникло через аварійну ситуацію на водогоні; Вінницька – смт. Стрижавка, ДНЗ «Казка» – постраждало 9 дітей – питна вода).

У 2017 році було зареєстровано 5 спалахів, пов'язаних з вживанням недоброякісної питної води, при цьому постраждало 299 мешканців, з них 138 дітей, – на ГЕК, ХТІ встановленими збудниками – постраждало 205 осіб, у т.ч. 67 дітей (Донецька - КП ДНЗ № 3 «Червоний капелюшок», смт. Ялта,



Мангушського р-ну – питна вода з ПЕТ-пляшок; Луганська – Старобільський р-н, с. Веселе, відокремлений підрозділ "Старобільський технікум Луганського національного аграрного університету" – питна вода водопровідна; Чернівецька – Сокирянський р-н, м.Сокиряни, сс. Новодністровськ, Коболчин, Вашківці, Волошкове, Олексіївка – вода з криниці); на ротавірусну інфекцію – постраждало 59 мешканців, у т.ч. 56 дітей (Чернівецька – Хотинський р-н, с. Перебиківці, самоорганізоване наметове містечко релігійної громади бабтистів – вода з криниці); на вірусний гепатит А – постраждало 35 мешканців, у т.ч. 15 дітей (Харківська - смт. Андріївка Чугуївського р-ну у побуті – вода з криниці) [14].

### 3.2. Вплив якості питної води на стан здоров'я населення в Україні.

Невідповідність якості питної води нормативним вимогам поряд з забрудненнями є однією з причин поширення в державі таких захворювань, як жовчнокам'яна хвороба, виразкова хвороба шлунку.

У Карпатському, Дніпровсько-Придніпровському, на Поліссі та в деяких інших регіонах України у питній воді реєструється нестача мікроелементів - I, Zn, Cu, F, що впливає на виникнення ендемічних захворювань. Вплив такої води на поширення в Україні потребує поглибленого вивчення.

Має місце зростання нітратного забруднення ґрунтових вод. Ефективних методів видалення нітратів з води в умовах децентралізованого водопостачання практично не існує. Забруднення води наднормативними концентраціями нітратів призводить до виникнення захворювання на водно-нітратну метгемоглобінемію у дітей, зниження загальної резистентності організму, що сприяє збільшенню рівня загальної захворюваності, в тому числі інфекційними та онкологічними хворобами.

Відмічається зростання нітратного забруднення ґрунтових вод внаслідок ненормованого використання в колективних господарствах та у

приватному секторі мінеральних та, особливо, органічних добрив. Слід зауважити, що ефективних методів видалення нітратів з води в умовах децентралізованого водопостачання практично не існує.

У 2019 році зареєстровано 7 випадків отруєння нітратами, неінфекційного захворювання на водно-нітратну метгемоглобінемію - у Житомирській області (с. Жеребилівка Новоград-Волинського району та с. Копанівка Хорошівського району); Полтавській (с. Кочубеївка Чутівського району і с. Макарцівка Полтавського району); Харківській (с.мт. Пруднянка Дергачівського району) та Чернігівській (с. В.Кошелівка Ніжинського району та с. Володькина Дівиця Носівського району).

У 2018 зареєстровані 3 випадки отруєння нітратами, неінфекційного захворювання на водно-нітратну метгемоглобінемію - у Рівненській області зареєстровано 1 випадок (Гошанський район), за результатами лабораторних досліджень встановлено, що вміст нітратів у воді індивідуальної криниці, з якої отруїлась дитина, становив  $410,5 \text{ мг/дм}^3$  при нормі  $50 \text{ мг/дм}^3$ ); у Полтавській області - два випадки захворювання у Семенівському та Кременчуцькому районах, за результатами проведених досліджень у воді шахтного колодязя, яка використовувалася для вживання постраждалим, виявлено перевищення вмісту нітратів в 4 рази ( $199,8 \text{ мг/дм}^3$ ).

У 2017 зареєстровані 5 випадків неінфекційного захворювання на водно-нітратну метгемоглобінемію - у Житомирській області - один випадок (Коростенський район); у Харківській області - один випадок; Київській області - два випадки, у т.ч. дитини віком 4-х місяців, для приготування харчування якої використовувалась колодязна вода, у Згурівському районі; у Полтавській області - один випадок захворювання у дитини віком 4-х місяців, за результатами лабораторних досліджень було встановлено, що вміст нітратів у питній воді нецентралізованого джерела водопостачання становив  $127,0 \text{ мг/дм}^3$ .

## ВИСНОВКИ

Не зважаючи на нормативні вимоги до якості води, де чітко прописано допустимий рівень вмісту домішок та речовин, проблема питної води залишається актуальною та потребує чіткого контролю.

Якість питної води в містах залежить від її загальної твердості, мінералізації, вмісту кисню, магнію, заліза, сульфатів та ін. А густина води, може коливатись відповідно до її температури, вмісту домішок та рівня солоності.

Єдиний спосіб домогтися високої якості води – вдатися до дезінфекції (зnezараження). Якщо говорити про зnezараження питної води, то існує кілька не складних, проте дієвих способів зробити воду значно безпечнішою для вживання:

1. Кип'ятіння. Прокип'ятивши воду протягом 5–7 хвилин, ви зможете позбутися не тільки надлишкового вмісту хлору, але і багатьох інших шкідливих речовин. Даний метод справді результативний, однак має і мінуси, накип потрапляючи до нашого організму може призвести до захворювань нирок та серцево-судинної системи. Також, слід пам'ятати, що дані маніпуляції не сприяють загибелі вірусів.

2. Хлорування. Хлор і його похідні руйнівні діють на речовини клітин бактерій і вірусів. Ефективність даного методу багато в чому залежить від правильності розрахунку дози реагенту. Основним недоліком є ризик утворення похідних метану, зокрема тригалометани, що володіють канцерогенними властивостями. Кип'ятіння хлорованої води при цьому лише погіршує ситуацію. Під впливом високих температур в ній утворюється токсична речовина – діоксин.

3. Озонування – найкращий хімічний метод дезінфекції питної води. Озон в якості окислювача здатний знищити ті мікроби і віруси, з якими не

справляються ні УФ-промені, ні хлор. На відміну від хлорування, обробка озоном не пов'язана з ризиком утворення канцерогенних сполук.

4. Ультрафіолетове знезараження вважається одним з найбільш прогресивних і безпечних методів дезінфекції води. Його ефективність обумовлена вираженими бактерицидними властивостями УФ-променів. Серед основних переваг такого методу вони відзначають: простоту в обслуговуванні; знищення яєць гельмінтів, вірусів і бактерій, з якими не справляється хлорування; збереження органолептичних властивостей; мінімальні витрати на електроенергію; широку область застосування. Ультрафіолетовий метод обробки також не позбавлений недоліків. Так, наприклад, дезінфекція УФ-випромінюванням вимагає попереднього механічного очищення, для якого можуть знадобитися магістральні фільтри, а також фільтри для очищення питної води.

5. Метод знезараження води за допомогою ультразвуку використовується в системах опалення, плавальних басейнах, а також пральних машинках. Його ефективність залежить від інтенсивності ультразвукових коливань. Перевагою даного методу перед іншими способами дезінфекції води є нечутливість ультразвуку до багатьох факторів, включаючи: каламутність; кольоровість; присутність розчинених речовин.

Однак потрібно пам'ятати, що кожен із вище наведених способів не здатен до кінця гарантувати відмінну якість питної води та зробити її повністю безпечною, а іноді, навіть може зашкодити.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Мінералізація води. URL: <https://vue.gov.ua>.
2. Хільчевський В.К. До питання про класифікацію природних вод за мінералізацією. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2003. Т. 5. С. 11–18.
3. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.
4. Нітрати у воді. URL: <https://ecosoft.ua/blog/nitraty-v-vode>.
5. Фенол. URL: <https://gicpv.ru/waterchem13>.
6. Кузьмінчук А. Важкі метали у воді. URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/tyazhelye-metally-v-vode>/Важкі метали у воді.
7. Вимоги якості питної води. URL: [https://ecosoft.ua/blog /trebovaniya-k-kachestvu-pitevoy-vody](https://ecosoft.ua/blog/trebovaniya-k-kachestvu-pitevoy-vody).
8. Запольський А.К., Мішкова-Клименко Н. А. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. Київ. Лібра, 2000. 552 с. 2.
9. Мацнев А.И. Водоотведение на промышленных предприятиях. Львов: Выща шк.: узд-во при Львов. Ун-те, 1986. 198 с.
10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Правила від 23.12.1996 № 383 СанПіН 383. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0136-97>.
11. Шарков М. Методи знезараження води за допомогою сполук хлору. URL: <https://aw-therm.com.ua/znezarazhennya-vodi-hloruvannya-po-novomu>.
12. Обробка води озonom. URL: <https://watertechnologies.com.ua/ua/stati/osobennosti-ozoniro>
13. Ультрафіолетове знезараження води. URL: <https://ecosoft-market.com.ua/ua/ultrafiioletovoe-obezzarazhivanie-vody>.
13. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2019 році. URL: <https://aw-therm.com.ua/problema-pitnoyi-vodi-v-ukrayini>.