

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І  
АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем та екології**

**Кафедра технології захисту навколишнього середовища та охорони праці**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

На тему:

«Вплив якості води на здоров'я людини та сучасні методи очистки питної води»

Кузовчикова Валерія Андріївна

Київ – 2022

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І**  
**АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем та екології**

**Кафедра технології захисту навколишнього середовища та охорони праці**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Зав. кафедри ТЗНС та ОП**

\_\_\_\_\_ **Т. М. Ткаченко**

**«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

На тему:

**«Вплив якості води на здоров'я людини та сучасні методи очистки питної води»**

**Виконав: студент групи ЕК-61м**

**Кузовчикова В.А**

**Галузь знань: 10 – Природничі науки**

**Спеціальність: 101 – Екологія**

**Спеціалізація: «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»**

**Керівник: к.т.н., доц. Василенко Л. О.,**

**к.т.н., доц. Кравченко М. В.**

**Київ – 2022**

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

Освітній рівень: Магістр

Спеціальність: 101 – Екологія

Спеціалізація: «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Декан факультету ІСЕ  
Приймак О.В. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломну роботу студенту**

1. Тема роботи : «Вплив якості води на здоров'я людини та сучасні методи очистки питної води»  
керівник роботи Василенко Л. О., Кравченко М. В.  
затверджена наказом вищого навчального закладу  
від «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.
2. Строк надання студентом роботи \_\_\_\_\_
3. Вихідні дані до роботи а) дані надані лабораторією.
1. 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): а) Вступ; б) Проблеми питної води: сучасні погляди на структуру та вплив її якості на екологічну безпеку людини; в) Дослідження фізико-хімічного складу різних джерел водопостачання України; г) Сучасні методи коригування фізико-хімічного складу питної води; д) Висновки; е) Список використаної літератури.
5. Перелік графічного матеріалу а) таблиці; б) рисунки.

## Консультант розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	к.т.н., доц. Василенко Л. О.		
2	к.т.н., доц. Василенко Л. О., к.т.н., доц. Кравченко М. В.		
3	к.т.н., доц. Кравченко М. В.		

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№, п/п	Назва етапів випускної роботи	Строки виконання етапів випускної роботи	Примітки
1	Вступ	Вересень/жовтень 2021р.	Виконано
2	Проблеми питної води: сучасні погляди на структуру та вплив її якості на екологічну безпеку людини;	Листопад/грудень 2021р.	Виконано
3	Дослідження фізико-хімічного складу різних джерел водопостачання України	Січень/лютий 2022р.	Виконано
4	Сучасні методи коригування фізико-хімічного складу питної води	Березень/квітень 2022р.	Виконано
5	Висновки	Травень/липень 2022р.	Виконано
6	Написання чернетки роботи	Серпень/вересень 2022р.	Виконано
7	Здача студентом готової роботи	Жовтень 2022р.	Виконано
8	Підготовка доповіді, презентації	Листопад 2022р.	Виконано

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівники проекту \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Кузовчикова Валерія

Чиста та якісна вода – це гарантія бадьорості, здоров'я та успіху. При надлишку або відсутності певних домішок та макроелементів, питна вода може завдавати певної шкоди організму. Тому до очищення води необхідно відноситись з відповідальністю та увагою. Як для прикладу, у місті Київ існують деякі проблеми стосовно водопостачання. Вода піддається вторинному забрудненню, тому до споживача надходить не відмінної якості. Мета роботи: проаналізувати якість питної води на прикладі міста Київ, оцінити які параметри якості відповідають чи не відповідають нормам, та як це впливає на здоров'я споживачів, і проаналізувати технічність та ефективність сучасних методи покращення якості питної води.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
<b>Розділ 1. Проблеми питної води: сучасні погляди на структуру та вплив її якості на екологічну безпеку людини.....</b>	<b>9</b>
1. Питна вода – як розбавлений водний розчин.....	9
2. Гранично-допустимі концентрації речовини та стандарти питної води в Україні.....	15
3. Вплив якості води на здоров'я людини.....	23
4. Висновок.....	33
<b>Розділ 2. Дослідження фізико-хімічного складу різних джерел водопостачання України.....</b>	<b>35</b>
1. Вода річок України.....	35
2. Дослідження якості питної води колодязів та свердловин певних регіонів України.....	42
3. Оцінка якості води, на прикладі міста Київ.....	55
4. Висновок.....	67
<b>Розділ 3. Сучасні методи коригування фізико-хімічного складу питної води... </b>	<b>68</b>
1. Технологічні процеси та споруди для очищення природних вод.....	68
2. Класичні методи водопідготовки.....	74
3. Коригування складу питної води мінералами (шунгіт, цеоліт, граніт).....	78
4. Коригування фізико-хімічного складу питної води баромембранними методами.....	86
5. Недоліки застосування зворотноосмотичних установок.....	96
6. Висновок.....	105
ВИСНОВКИ.....	106
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	108

## ВСТУП

Людині, на сьогоднішній день, потрібно піклуватися про купу речей що пов'язані з її безпекою та життєдіяльністю. Чи замислюєтесь Ви і освідомлюєте важливість, начебто, очевидних речей? Повітря, вода, сонячне світло – це обов'язкова та невід'ємна частина всіх живих організмів. Нам добре відомо, що 65% людського тіла складає вода. Цей показник, дещо, може змінюватися в залежності від віку організму, так як у процесі старіння він значно зменшується. Навіть якщо в організмі є незначний дефіцит води, це може призвести до серйозних порушень у здоров'ї людини. При нестачі води в 10% з'являється тремір кінцівок, підвищення тривожності, різка слабкість та інших патологічні явища. Втрата 21-22% води вже несумісне з життям, так як процеси обміну, травлення синтезу речовин відбуваються лише у водному середовищі.

Данні статистики показують, що країни в яких якість питної води задовільняє міжнародним стандартам, має вищий показник «тривалість життя», а показники захворюваності і смерності – набагато нижчі, ніж в країнах із забрудненою водою.

Оцінкою складу за низкою характеристик і якість питної води, були встановлені та затвердженні Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ). За допомогою багаторічних спостережень, було виявлено, що відхилення від встановлених стандартів, спонукає до несприятливих короткострокових та довгострокових наслідків для людського здоров'я.

Якщо питна вода не містить будь-якого присмаку, запаху, якщо вона без жодних домішок та абсолютно прозора ми можемо скласти перше враження стосовно безпечності та чистоти такої води. Для корисного споживання, окрім збалансованого хімічного складу, якісна питна вода не має жодних патогенних мікроорганізмів, токсичних та радіоактивних хімічних речовин і сторонніх продуктів людської життєдіяльності.

Близько 80% споживчої води українцями – є поверхневі води. Серед яких найголовніші джерела - річки Дніпро та Дністер. Підземні джерела складають інші 20%. Експерти не вважають дніпровські та дністровські води якісними. Як і більшість українських водойм, вони слугують місцем скиду великої кількості неочищених стічних вод, побутових та промислових відходів, також дощами змиваються нітроти, нітрати, пестициди, солі важких металів та інше.

За даними Міністерства охорони природи та навколишнього середовища України (на сьогодні Міністерство екології та природних ресурсів України) визначено катастрофічний стан 46% річок, які впадають у Дніпро, вода в них – забруднена. За відсутності державного фінансування, за останні роки не була проведена Національна програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води, яка була ухвалена ще 1997 році [1].

Значну небезпеку несуть інфекційні хвороби бактеріальної природи. Через питну воду можуть передаватися такі інфекції як холера, бруцельоз, дизентерія, черевний тиф, а також чума та туляремія. Тому споживання неякісної води може викликати різноманітні захворювання, в тому числі дуже серйозні.

В Україні зношені більш ніж на 60% системи каналізацій та системи централізованого водопостачання. Каналізаційні труби, які проходять під землею біля водогінних труб, несуть небезпеку, так як через прориви є вирігідність потрапляння небезпечних бактерій та вірусів до питної води.

Підземні та поверхневі води України не відповідають вимогам стандарту за рівнем забруднення. За даними Українського державного науководослідного інституту «УкрВОДГЕО», близько 70% питної води, що постачається до українських осель, не відповідає встановленим санітарним нормам. Очисні споруди та технології очищення – застарілі та потребують оновлення. Більше 780 тисяч українських споживачів проживають у населених пунктах, де пити місцеву воду заборонено через техногенні та природні причини, або із-за відсутності джерел водопостачання.

# РОЗДІЛ I

## ПРОБЛЕМИ ПИТНОЇ ВОДИ: СУЧАНИЙ ПОГЛЯД НА СТРУКТУРУ ТА ВПЛИВ ЇЇ ЯКОСТІ НА ЕКОБЕЗПЕКУ ЛЮДИНИ

### **1. Питна вода – як розбавлений водний розчин.**

Нам відомо, що вода – хімічна речовина, яка не має кольору, запаху, смаку та є прозорою речовиною. За своїми властивостями, вода у природі, може існувати у трьох агрегатних станах. Вона може бути звичайною водою (у рідкому стані), льодом (у твердому) та водяною парою (у газоподібному стані). Вода – найважливіша речовина для органічного життя. Приблизно 70% поверхні Землі вкрито водою. Всі рослини та тварини містять більше 55% води за своєю масою. У природному середовищі постійно відбувається кругообіг, здійснюється випаровування з поверхні, а потім повертається знову на землю у вигляді атмосферних опадів. Прісні води, що придатні до пиття, становлять лише 2,5% від загального об'єму водяних поверхонь. Нестача чистої прісної води може стати однією з найсерйозніших проблем в ближчі десятиліття.

За Законом України «про питну воду, питне водопостачання та водовідведення», питна вода - вода, призначена для споживання людиною (водопровідна, фасована, з бюветів, пунктів розливу, шахтних колодязів та каптажів джерел), для використання споживачами для задоволення фізіологічних, санітарно-гігієнічних, побутових та господарських потреб, а також для виробництва продукції, що потребує її використання, склад якої за органолептичними, мікробіологічними, паразитологічними, хімічними, фізичними та радіаційними показниками відповідає гігієнічним вимогам. Питна вода не вважається харчовим продуктом в системі питного водопостачання та в пунктах відповідності якості питної води [1].

Існують показники якості для питної води. Це різні характеристики, такі як запах, склад, колір та інші.

МОЗ (Міжнародна організація здоров'я) ввели єдині стандарти (норми) показників, які характеризують якість питної води. Придатною для вживання, вода вважається тоді, коли вказані характеристики рідини збігаються з поданими нормами [2].

Тобто, якщо фізичні та хімічні показники відповідають нормам МОЗ, то вода є якісною.

Основними показниками якісної питної води – є гігієнічні, органолептичні, токсичні показники, а також жорсткість та лужність.

Гігієнічний показник - базується за мікробіологічними та вірусними показниками. Мікрофлора води має бути перевірена на присутність патогенних вірусів та бактерій, які є небезпечними або можуть нашкодити здоров'ю людини. Заражена вода може призвести не тільки до серйозних та важких захворювань, а навіть до смертельних випадків, тому гігієнічний показник є дуже важливим.

Органолептичний показник – показник який встановлюється дослідницьким шляхом. Зазвичай, це дані стосовно прозорості, кольору, запаху і смаку рідини. Для того щоб воду можна було назвати «якісною», вона не повинна мати жодного присмаку, запаху, кольору та будь-яких дрібних домішок.

Токсичність – цей показник визначає чи присутні в рідині отруйні сполуки. Наприклад, часто трапляються такі отруйні речовини як пестициди, свинцеві або алюмінієві сполуки. Коли подібні хімічні речовини накопичуються у людському організмі, це часто призводить до захворювань різної степені тяжкості.

Показник жорсткості – вказує на щільність солей в 1 мг рідини. Чим більше солей, тим вища жорсткість. Чим вища жорсткість, тим небезпечніша рідина для повсякденного вжитку, так як солі відкладаються у внутрішніх органах, що призводить до порушень та захворювань.

Лужність – параметр який показує рівень щільності лугів і рідині. Водневий показник (рН) зазвичай в організмі впливає на стан м'язів тіла, тканин та на метаболізм вцілому. Вода за якістю – гірша, якщо лужність – висока.

За законом України питна вода відноситься до харчових продуктів.

1. «Вода питна — харчовий продукт, придатний для споживання людиною»;
2. «Харчовий продукт — речовина або продукт (неперероблений, частково перероблений або перероблений), призначені для споживання людиною. До харчових продуктів належать напої (в тому числі вода питна), жувальна гумка та будь-яка інша речовина, що навмисно внесена до харчового продукту під час виробництва, підготовки або обробки» [3].

Стабільніші хімічні властивості та меншу забрудненість мають підземні води, що дають значну перевагу у питному водопостачанні, в порівнянні з поверхневими. В Києві, за використанням трьох джерел водопостачання, таких як Дніпро, Десна та артезіанські води, частка підземних вод складає приблизно 15%.

Якість води, яка використовується людиною для забезпечення її життєдіяльності регламентується певними нормативними документами, такими як Закон України « Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» від 10.01.2002 №2918-III, Державні санітарні норми і правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10), згідно яких вода за органолептичними, фізико – хімічними та мікробіологічними показниками повинна відповідати нормам [3].

Але питна вода, що надходить через водопровідну систему населенню не завжди відповідає санітарно – гігієнічним вимогам. За час, поки вода дійде з місця де її збирають, до свого споживача, вона протікає через сотні кілометрів труб. З того моменту часу як вода надійшла в мережу, її якість та безпечність залежить тільки від того чи дотримуються основні правила експлуатації водогонів, так як через певний проміжок часу використання, водогін може втрачати такі основні якості як герметичність, безпечність, міцність та довговічність.

Підчас експлуатації труб їх основним недоліком є поява корозії. На швидкість утворення корозії впливає природний склад води. Якщо у рідині наявні амонійні або органічні речовини, то в трубопроводах можуть з'являтися залізобактерії які впливають на утворення нерозчинного осаду гідроксиду заліза, у внутрішній частині труб де потім відбувається заростання. Як результат, якість води також змінюється у гіршу сторону, змінюються органолептичні показники, вода стає з присмаком, неприємним запахом та каламутною, і підвищується вміст заліза. Тому ризик проривів мереж водопровода стає вищим, може спричинити частішому виникненню аварійних ситуацій, і найнебезпечніше – низької якості питної води.

Для умов забезпечення людей водними ресурсами і можливості підвищувати її якість у сучасному житті необхідно вирішити проблеми які пов'язані із гідросферою планети. До недавніх пір проблеми із водними джерелами не стояли так гостро. Але ситуація різко змінилася за останні кілька років. Населення міст збільшується, використання транспорту стає де далі частішим, розвиваються промислові підприємства, та як результат це впливає на зниження якості води. В джерелах, що постачають воду, від антропогенного впливу призвели до значних викидів біологічних, хімічних та радіоактивних речовин, які природному середовищу – невласиві [4].

Зміни у землекористуванні, через забруднення прісних екосистем скорочення водних ресурсів, урбанізація та вплив людської діяльності на навколишнє середовище – є фактами щодо висновка про головну проблему людства – дефіцит прісної води.

На нашій планеті існує певний запас прісної води. Але у наш час ми зіштовхуємося з проблемою її забруднення. Це забруднення спричинене викидами та стоками з промисловості, забруднення води добривами які потрапляють з близько рожташованих полів, а також в прибережних зонах можливе

проникнення солоної води в водоносні шари, причиною чого є відкачування ґрунтових вод [5].

ООН провели деякі дослідження та виявили, що до 2025 року більше 3 мільярдів населення планети страждатимуть від нестачі прісної води.

Кожний день вживається близько 10 мільярдів тон води. Приблизно 80% води що йде на використання, в навколишнє середовище потрапляє неочищеною.

Які ж причини водної кризи можуть бути?

Людська діяльність – головний чинник.

Проблема яка стосується дефіциту водних ресурсів – ніяк не може бути основана на природніх процесах. У нас є можливість розглянути причини ситуації яка сформувалася:

- Кожний день на планеті Земля збільшується населення, яке має потребу у прісній воді. Наприклад, приріст людей за дослідженнями worldometers.info 2019 року, приблизно 84 млн осіб, при таких умовах водні ресурси повинні мати приріст мінімум 640 млн кубометрів, для сприятливих умов життя населення [6].
- Парниковий ефект. Причина більш глобальних масштабів. З розвитком інфраструктури і промисловості, збільшенням к-сті транспорту, у шари атмосфери потрапляє більше різних сумішей газів. Як результат змінюється клімат на планеті і відбувається перерозподіл опадів.
- Ми зазнаємо швидкої витрати водних ресурсів, за рахунок неправильного використання. Ґрунтові води мають повільний відновлювальний ефект (близько 1-3% на рік). Та забруднення джерел водопостачання також можна віднести до цього пункту.
- Основними джерелами прісної води є – річки та озера. Але природні ресурси, на жаль, розподілені не рівномірно, як приклад, в Європі проживає близько 23% людства, і тільки 7% запасів прісної води припадає на цю к-сть населення.

- До прісних вод відносяться лише 2,5% запасів усього водного середовища нашої планети. Так щей значна частина цих ресурсів захована під землею та у Гренландських льодовиках та льдах Антарктиди. Таке їх розміщення, дає певні труднощі у отриманні прісної води.

Як можна вирішити цю проблему?

Якою б серйозною не була ситуація з джерелами прісної води, ми можемо по впливати на вирішення цих проблем.

- Перше і найголовніше, що може зробити людство – збереження і раціональне розподілення запасів які вже існують.
- Для збереження чистоти водних ресурсів, ми можемо впровадити, як необхідні і обов'язкові, прилади та технології, які будуть очищати та переробляти стічні та побутові води господарства.
- В якості отримання прісної води, опріснення солоних вод, може стати актуальним рішенням. Такі технології, у наш час, стають більш доступними та досконалыми.
- Також можливе створення штучних лісів у посушливих районах, буріння більш глибоких свердловин, а також з найбільш фантастичних рішень, вплив на хмари та видалена волога з туману, може стати реальністю за допомогою інноваційних технологій [7].

Як висновок, маємо розуміння, що якою б складною не була б ситуація з нестачею прісної води, людське населення планети взмозі вплинути на цю ситуацію. Серед необхідних ресурсів для життя, майже невичерпні джерела дала нам природа, і лише наша відповідальність лежить у збереженні їх, і нашого життя.

## **2. Гранично-допустимі концентрації речовин та стандарти питної води в Україні.**

Жителі України, також мають певні проблеми що пов'язані з питною водою, але тут проблема не у нестачі водних ресурсів, а у їх забруднені.

В системах водопостачання України, властивості і склад питної води, повинні відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», які були затверджені Міністерством охорони здоров'я 12.05.2010 р., та набули своєї чинності 01.07.2010 р [8].

Для визначення якості води існують три підрозділи, за якими можна визначити на скільки чиста та придатна до споживання рідина.

- Хімічний показник
- Мікробіологічний
- Фізичний

Хімічний показник вказує на концентрацію важких металів, наявність органічних сполук, загальну мінералізацію води та шкідливих речовин в цілому. Оскільки через накопичення у людському організмі важких металів та різних сполук, може бути спричинена велика шкода здоров'ю, то за хімічним показником можна відстежити можливий ризик цієї шкоди. При умовах перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин, здоров'я та життя людини піддається негативному впливу.

Мікробіологічний показник показує наявність різних бактерій, вірусів, кишкових паличок та найпростіших паразитів, наявність або перевищення за цим показником часто призводить до виникнення хвороб у людини.

Фізичний показник зазвичай визначають органолептично, тобто за рахунок органів відчуття людини. Всі органолептичні показники не мають перевищувати встановлену межу, яка визначена стандартами якості питної води України.

Для життя та здоров'я людини найважливіший показник – це мінералізація (хімічний склад) та мікробіологічний склад.

Хімічний склад характеризує воду як рідину в якій присутні хімічні речовини, що розчинені на рівні молекул і як правило неорганічного складу. Межі наявності у воді тих чи інших елементів, встановлюються на державному рівні. У нормативах налічуються приблизно 60 показників, серед яких сухий залишок, загальний вміст заліза, хлориди, ртуть, марганець, нітрати і тд.

Також, води класифікують за ступенем мінералізації. Серед яких виділяють солоні, солонуваті, розсоли, води з підвищеною мінералізацією, прісні та ультрапрісні. Хоча існують випадки, коли деякі води вважаються прісними, але при цьому мають мінералізацію до 1000 міліграмів різних солей на 1 літр води. Чисті та ультрапрісні води – найбільш прийнятні для людини, у хімічному плані. Воду можна враховувати питною, лише якщо вона є очищена від усього зайвого і в ній наявні корисні і потрібні людині мікроелементи. Гігієнічні вимоги до питної води встановлюють санітарні правила та норми. Для безпечного споживання води людиною, рідина має містити у своєму складі речовини які є необхідними для організму та приймають безпосередню участь у процесах метаболізму: калій, кальцій, йод, магній, натрій та фтор.

Характеристика води за мікробіологічним показником, вказує на наявність в ній різних мікроорганізмів. Наприклад: патогенні ентеробактерії, дизентерійні амеби, ротавіруси, кишкові гельмінти, ізоспори і загальне число мікробів.

Санітарні норми і правила передбачають повну відсутність всіх відомих патогенних, паразитарних форм життя і більшості інших мікробіологічних показників. Безпечна та корисна вода для людини – це чиста вода в мікробіологічному плані яка позбавлена мікробіологічного забруднення і зараження [8].

ГДК (Гранично допустимі концентрації) – показники або нормативи, які вказують на максимально можливу к-сть шкідливих домішок, або речовин в

природному об'єкті яка при тривалому контакті або при постійній дії не шкодить здоров'ю людини та її нащадкам. ГДК встановлюється державними органами охорони здоров'я у законодавчому порядку, та як норматив, що дається компетентними організаціями (ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»)

Серед 83 показників якості питної води, в Україні, до головних критеріїв відносять: мутність, кольоровість, сухий залишок, запах (смак), твердість, загальний вміст заліза, наявність нітратів, сульфатів, хлориду, фтору, водневий показник та вміст мікроорганізмів у воді.

- Мутність або каламутність – показує кількість завислих часток ( іржа, мул, пісок і тд)

Каламутність – параметр, що визначається органолептично, та вказує на наявність або відсутність домішок глини, піску, мулу, іржі, а також вкраплень які могли утворитися під час хімічної коагуляції.

- Кольоровість – вказує на наявність речовин органічного походження.

Якщо вода має жовтуватий або коричневатий відтінок, то вона має перевищення за показником «кольоровість». Причиною кольоровості води може бути підвищена концентрація заліза, або наявність гумінових кислот, які утворюються в процесі гниття рослин і тваринної сировини.

- Сухий залишок – параметр, що вказує на вміст заліза та к-сть речовин що мають органічно-природне походження.

Сухий залишок показує загальну кількість неорганічних мінеральних солей. Таких як магній, калій, кальцій, натрій, важкі метали, а також інші речовини органічного походження. За допомогою цього параметру можна визначити загальну мінералізацію води.

- Запах (смак) – показник характеризує і вказує на походження води та також говорить про присутність домішок (ароматичних речовин або сірководню).

Запах та смак відносять до органолептичних показників. При низькій якості вода може набувати неприємного запаху та смаку, також це може свідчити про наявність у речовині токсичні забруднювачі. Наприклад, при надлишку заліза, міді або марганцю, може виникати металевий присмак. Гіркуватий присмак, зазвичай, свідчить про підвищений вміст магнію, а солодкуватий – бікарбонат натрію.

- Твердість – показує загальну кількість солей магнію та кальцію у воді.

При довгому вживанні твердої води виникають порушення у обміні речовин в людському організмі, а також призводить до серцево-судинних хвороб, та хвороб сечостатевої системи.

- Загальний вміст заліза – характеризує вміст  $Fe^{2+}$  та  $Fe^{3+}$ .

У коли виявлено надлишок заліза у водопроводі, це вказує на вторинне забруднення. Іржа та залізоорганічні сполуки, під час руху по трубопроводах, змиваються і тим самим потрапляють у воду. Надлишок заліза відображається на якості та смаку їжі, напоїв. Накопичення сполук заліза в організмі, може призводити до порушеної роботи печінки, до хвороб травного тракту та виникає більший ризик інфарктів.

- Наявність нітратів

Зазвичай потрапляють у воду із полевих стоків. Наявність аміаку, також відносять до показника нітратності. Якщо, хоч одна з цих речовин присутня у воді, це свідчить про забрудненість води побутовими або/та промисловими стічними водами. При потраплянні нітратів в організм, виникає головний біль, порушення роботи нервової системи, набряки та можливу гіпертонію. Аміак у достатній кількості може викликати подразнення слизових оболонок.

У лабораторії були проведені дослідження на кроликах, що вказали на розвиток статевої дисфункції при вживанні води з високою концентрацією аміаку. Також спостерігалось уповільнення зростання плоду у самок, відбувалися зміни у хромосомній структурі, і не обійшлося без летальних випадків.

- Наявність сульфатів та хлоридів.

Солоно-гіркуватий присмак воді надає підвищений вміст сульфатів. Їх висока концентрація призводить до подразнення шлунково-кишкового тракту. При постійному вжитку рідини з високим вмістом хлоридів, виникають порушення сечостатевої системи, також виникають порушення серцевосудинної системи та виникає підвищений тиск.

- Фтор

Сполуки фтору впливають на кістковий скелет. Більше половини фтору який вживається, осідає в кістках і на зубах. Фтор в організмі несе важливу роль. Він допомагає засвоюватися мікроелементам і допомагає у роботі щитовидної залози. Але нестача або надлишок цього елемента є шкідливим для здоров'я людини. Нестача фтору призводить до руйнування кісткової тканини, а його надлишок стає причиною флюрозу зубів та скелету.

- Водневий показник.

pH (водневий показник), за нормативними показниками, повинен бути в межах 6,5-8,5. У випадку коли pH менше 6,5 – середовище кисле. Це може призвести до негативних наслідків в роботі шлунково-кишкового тракту. Якщо показник вищий ніж 8,5 – середовище лужне. Лужне середовище також несе негативні наслідки для здоров'я.

- Вміст мікроорганізмів в воді – вказує на кількість та наявність мікроорганізмів.

Цей показник визначають за допомогою внесення у водне поживне середовище проби та вирощуванням колоній мікроорганізмів протягом 4-7 днів. Кишкова паличка – є найнебезпечніший та найрозповсюдженіший забруднювач.

Розглянемо ГДК по вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». (табл.1.1) [9].

№ з/п	Найменування показників	Нормативи — до
	Запах	2 балів
	Каламутність	0,5 (1,5) мг/дм <sup>3</sup>
	Кольоровість	20° (35°)
	Присмак	2 балів
	Водневий показник, рН	6,5—8,5
	Мінералізація загальна (сухий залишок)	1000 мг/дм <sup>3</sup>
	Твердість загальна	7 мг-екв/дм <sup>3</sup>
	Сульфати	250 (500) мг/дм <sup>3</sup>
	Хлориди	250 (350) мг/дм <sup>3</sup>
	Мідь	1 мг/дм
	Марганець	0,1 мг/дм <sup>3</sup>
	Залізо	0,3 мг/дм <sup>3</sup>
	Хлорфенол	0,0003 мг/дм <sup>3</sup>

Зазначення. Вказані в дужках нормативи, можуть застосовуватися лише у конкретній ситуації.

Також у воді можуть бути присутні небезпечні для здоров'я людини хімічні речовини. Які зазвичай з'являються у процесі обробки води.

Токсикологічні показники – табл.1.2 [10].

табл.1.2

№ з/п	Найменування показників	Нормативи до мг/дм <sup>3</sup>
<b>Неорганічні компоненти</b>		
1	Алюміній	0,2
2	Барій	0,1
3	Миш'як	0,01
4	Селен	0,01
5	Свинець	0,01
6	Нікель	0,1
7	Нітрати	45
8	Фтор	1,5
<b>Органічні компоненти</b>		
1	Тригалометани:	0,1
	— хлороформ	0,06
	— дібромхлорметан	0,01
	— тетрахлорвуглець	0,002
2	Пестициди (сума)	0,0001
<b>Інтегральні компоненти</b>		
1	Окислюваність	4
2	Загальний органічний вуглець	3

Ртуть, кадмій, нітрити, талій, хлор, дихлоретилен, ціаніди – не повинні міститися у воді.

У випадку, коли воду знезаражують хлором, вільний залишок цього елемента повинен знаходитися у межах від 0,3 – 0,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Також не мало важливі показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води. (табл.1.3) [11]

№ з/п	Найменування показників	Одиниця вимірювання	Нормативи
1	Загальна жорсткість	ммоль/дм <sup>3</sup>	1,5–7,0
2	Загальна лужність	ммоль/дм <sup>3</sup>	0,5–6,5
3	Йод	мкг/дм <sup>3</sup>	20–30
4	Калій	мг/дм <sup>3</sup>	2–20
5	Кальцій	мг/дм <sup>3</sup>	25–75
6	Магній	мг/дм <sup>3</sup>	10–50
7	Натрій	мг/дм <sup>3</sup>	2–20
8	Сухий залишок	мг/дм <sup>3</sup>	200–500
9	Фториди	мг/дм <sup>3</sup>	0,7–1,2

Можна зробити висновок, що за державним стандартом встановленими ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», питна вода повинна бути якісною та відповідати певним гігієнічним вимогам.

- Відповідати допустимим нормам органолептичних властивостей – не мати кольору, смаку, запаху і бути прозорою.
- Не мати патогенних збудників (яєць, личинок гельмінтів і ін.), тобто бути безпечною у епідемічному плані.
- Мати не шкідливий хімічний склад. Не містити залишків солей та токсичних речовин які можуть завдати негативний вплив на здоров'я людей.

### **3. Вплив якості питної води на здоров'я людини.**

Вода є основою та необхідним компонентом усього живого. Вперше коли ми зіштовхуємося із спрагою, ми можемо відчутти важливість цього елемента. Без поповнення водного балансу в організмі, людина може прожити лише декілька днів. Так ми можемо прийти висновку що вода напряду пов'язана із нашим самопочуттям та здоров'ям. Усі процеси обміну речовин в організмі відбувається за присутності води. Якщо процес потребує більшу енергозатратність, то людина потребує у більшому споживанні рідини. Наприклад, к-сть води у новонародженої дитини досягає 75% від ваги тіла. Чим молодший організм, тим він має більший вміст води, ніж доросла особина. Під час процесу старіння кількість води в організмі зменшується.

Також вода є основою для будови будь-яких тканин тіла. Рідина приймає участь у регулюванні температури тіла, тому в жарку погоду ми п'ємо набагато більше води. Людина одразу відчує дискомфорт, якщо хоч трохи скоротити споживання води, одразу знизиться працездатність, впаде настрій, і почнуть відбуватися розлади в організмі. При цьому важливим моментом є споживання лише якісної води, вона повинна бути збагачена всіма необхідними мінералами.

Чиста вода допомагає у нормалізації обміну речовин, у засвоєні великої кількості поживних речовин та допомагає у виведенні токсинів з організму. Знижений баланс води в організмі призводить до раннього старіння шкіри, утворенню тромбів у крові та можуть бути збої у процесах теплообміну та обміну речовин. При порушенні балансу води, як приклад, буде важко позбутися зайвої ваги, а нестача навіть 10% рідини може викликати втому, знижувати працездатність та навіть може спричинити появу серйозних захворювань.

Якщо ви любляєте чаї та каву, не забувайте пити більше чистої води, для того щоб підтримувати гарне самопочуття, так як при споживанні таких напоїв, з організму виводиться більше води, ніж необхідно.

Вживання забрудненої та неякісної води також має негативний вплив на здоров'я людини, як і зневоднення. У воді можуть знаходитися тисячі бактерій, вірусів, які зазвичай, викликають епідемії або спалахи інфекційних хвороб, а при наявності в воді токсичних речовин, можуть призвести до масових отруєнь. Вода – це речовина яка, об'єднує всі організми, що проживають на нашій планеті.

Актуальною проблемою якісної та чистої води, завжди залишається її водопостачання. Вода не завжди відповідає вимогам стандартів та санітарним нормам.

За рахунок незадовільного стану питної води та її порушенням за санітарно-гігієнічними нормативами, на сьогодні маємо велику кількість прогресуючих хвороб. Вживання не доброякісної питної води здоров'я людини значно погіршується.

На здоров'я людини істотно впливає якість питної води, так як вода приймає важливу участь у біологічних та фізіологічних процесах.

У розділах вище, вже було вказано, що вода яка призначається для пиття, повинна відповідати гігієнічним вимогам: мати безпечний хімічний склад, сприятливі органолептичні властивості та бути не шкідливою у епідеміологічному плані. Вода не повинна мати кольору, смаку чи запаху, повинна бути прозорою.

Хвороби які нам відомі на сьогодні у 75% пов'язані з брудною та неякісною водою, яку споживають. Ці данні були надані всесвітньою організацією охорони здоров'я.

Кожна клітина організму живої людини містить цілющий водний розчин різних живильних речовин. Вода – речовина, що активно бере участь у хімічних реакціях у тілі людини, вона виконує роль «доставки» поживних речовин в кожен клітину організму, допомагає вивести зайві солі та токсини, Впливає на пониження кров'яного тиску.

Якщо підвищити концентрацію води у якій небудь біологічній рідині, то швидкість потрапляння поживної речовини до клітини, також значно

підвищиться, буде швидше відбуватися поновлення енергетичного запасу, виведення побічних продуктів біохімічних реакцій, відновлюючи процеси будуть прискоренні.

В найвіддаленіші кутки організму вода допомагає проникнути клітинам імунної системи. Інколи може відбутися згущення біологічної рідини та порушення метаболізму, яке відбувається по причині зменшення кількості води, яка входить в склад будь-якої біологічної рідини.

Найкраще середовище, для найскладніших хімічних процесів які протікають в організмі – є лімфа та кров. Організм здатний підтримувати стабільну температуру тіла в значній мірі зумовлений деякими фізичними властивостями води:

- Здатність води до запасу тепла. Як приклад, холонокровні тварини підтримують температуру тіла під час короткочасних коливань температури у навколишньому середовищі, за допомогою фізичних властивостей рідини, що перебуває в їх організмі.
- Вода має здатність до теплопровідності. За допомогою цього, тепло яке зосереджене в глибино розташованих частин тіла, легко відводиться.
- Вода постійно випаровується з поверхонь шкіри та легенів. Значна к-сть тепла, під час цього процесу, витрачається, і це несе певну значимість для фізичних процесів теплорегуляції.

Від віку, стану здоров'я, характеру живлення, клімату, трудової діяльності і інших чинників, залежить потреба у воді. Доросла людина, наприклад, яка проживає на території помірного клімату потребує 2,5-3 літри води на добу. 1,5-2 літри води, за підрахунками вчених, ми споживаємо з їжею та напоями. І близько 3% води може утворитися під час біохімічних процесах, які проходять в організмі. За цими розрахунками можна зробити висновок, що добова потреба організму у чистій воді, не напоїв, складає 1,2-1,5 літри води [12].

Інколи потреба у воді може збільшуватися, наприклад в умовах коли відбувається підвищення температури тіла, при кожному градусі вище 37 потреба у воді збільшується на 10%. Або при середньої тяжкості фізичної роботи потреба води зростає до 4-5 літрів, а при важких умовах, умовах праці на свіжому повітрі – до 6 літрів. А при роботі в гарячих цехах, потреба у воді зростає до 15 літрів на добу.

Відсотковий склад води в системах організму

табл.1.4 [10]

Тіло	65%
Скелет	22%
Жирова тканина	99%
Склоподібне тіло ока	99%
Мозок	85%
Зубна емаль	0.2%
Кров	83%

Зменшення об'єму клітинної та позаклітинної речовини – ознаки зневоднення організму, потім вода починає зникати із русла крові. Процес транспортування клітинними рідинами води, забезпечує водою головний мозок, вміст води в якому складає близько 90%, а якщо спостерігається втрата хоча б 1% рідини, виникають незворотні наслідки. Вживання чистої питної води необхідне для усунення ефекту зневоднення. Напої які містять кофеїн, такі як чай, кава, енергетики і т.д., виступають в ролі зневоднювача.

Для організму людини, вода має такі основні значення:

- транспортування поживних речовин і кисню до клітин;
- зволоження повітря, яке надходить в організм;
- процеси метаболізму;
- засвоєння органами поживні речовини;

- виведення токсинів;
- підтримання температури тіла [10].

Споживання не менше 2-х літрів води на добу, передбачає боротьбу з зневодненням. Не одноразово було доведено, що витрачається більша кількість рідини ніж було спожито при вживанні кави, алкогольних напоїв, чаю та інших рідин які мають не тільки воду у своєму складі. А також такі напої не допомагають у виведенні та вимиванні токсинів, а тільки виснажують організм та провокують на витрачення власних запасів.

На здоров'я людини значною мірою впливає якість води. Серед 122 країн світу, Україна знаходиться на 95 місці за рівнем якості питної води за даними ВООЗ. Відставання країни від більш розвинутих країн світу за показником середньої тривалості життя, в певній мірі, пов'язане з поганою якістю води що призначена для споживання, і є одним із головних факторів які мають негативний вплив на здоров'я людей.

Було визначено, що якість води залежить від деяких факторів. Перша проблема – це стан вод у регіонах України. Якість цієї води не відповідає встановленим стандартам та нормам. Причиною є не тільки природні умови їх формування, а і антропогене забруднення. Друга причина не задовільний технічний стан водогінних споруд і мереж, зношене обладнання негативно впливає на якість питної води, такі умови призводять до вторинного забруднення питної води.

Вода має бути не тільки безпечною за хімічним складом, нешкідливою в епідемічному плані та мати допустимі органолептичні властивості. Не менш важливим є присутність у воді необхідних мікроелементів та солей для організму людини.

Якісна вода повинна мати певний перелік сухих речовин, вони зазвичай знаходяться у формі нерозчинних солей або іонів.

Мікроелементи, катіони та аніони – це сольовий склад питної води.

Мікроелементи – зазвичай це - залізо, фтор, йод, літій, срібло, барій, свинець, нікель, рубідій, цезій. Це необхідні та важливі компоненти для нормального функціонування людського організму. При всій користі цих елементів, їх висока концентрація чи перенасичення може негативно впливати на організм та призвести до серйозних порушень і захворювань.

Катіони зазвичай представлені такими хімічними елементами як кальцій, калій, магній та натрій. Аніони – це сульфати, гідрокарбонати та хлориди [13].

Тепер роздивимось мікроелементи окремо.

Гідрокарбонати. Допомагають у підтримці рН крові в необхідному значенні. У питній воді гідрокарбонати можуть зменшувати жорсткість водневих вод, призводять до підвищення лужності та зменшення кислотності. Деякі мінеральні води, можуть використовуватися для лікування гастритів та підвищеної кислотності шлункових соків, так як мають високу концентрацію гідрокарбонатів.

Хлориди калію і натрію. Головне направлення їх дії це нормалізація осмотичного балансу та підтримання кислотно-основної рівноваги плазми та форменими частинками крові. Соляна кислота, також – є основним компонентом шлункового соку. А якщо в крові недостатня кількість аніонів хлору, це може призвести до набряків.

Сульфати. Висока концентрація цього компонента несе негативний вплив на смакові якості питної води. При надмірному вмісту сульфатів, вони надають отруйну дію на тканини організму. Води з сульфатами часто використовують для лікування, вони покращують перистальтику кишківника та знижують шлункову секрецію. Також ці води здатні виводити токсини, позбуватися запалень в організмі та виводять холестерин.

Натрій. Не мало важливий елемент, який допомагає у утворенні слини, плазми крові та шлункового соку. При недостатній кількості натрію в організмі, як слід перестають засвоюватися вуглеводи. А надлишок цього елемента впливає

на підвищення кров'яного тиску та появи набряків із-за накопичення рідини в організмі.

Магній. Важливий для більшості біохімічних реакцій. Здоровий серцевий ритм, підвищена стійкість організму до стресу, міцні кістки, знижений ризик цукрового діабету, допомога у засвоєнні вітамінів В, С, Е в кишечнику – для цього необхідний магній в організмі. Дифіцит цього елемента може викликати запаморочення, депресії, втомленість, відчуття поколювання в різних частинах тіла.

Кальцій. Елемент, який можна назвати будівельним матеріалом для кісток. Дефіцит кальцію зазвичай призводить до проблем з опорно-руховою системою. А його високий вміст у воді спричиняє відкладання солей в організмі та зниження моторики шлунка. Це призводить до негативного впливу на обмін речовин, а порушення що відбуваються у травній системі, відбиваються на загальному стані.

Можливий дисбаланс, аномальне співвідношення елементів, надлишок мікроелементів або їх недостатність, спричиняють захворювання, що має назву – мікроелементози.

Табл. 1.5 [14]

Табл. Середній вміст мінеральних елементів в організмі

Група	Хімічні елементи	Концентрація у % до маси тіла
Макроелементи	Ca	1–9
	P, K, Na, S, Cl	0,1–0,9
	Mg	0,01–0,09
Мікроелементи	Fe, Zn, F, Sr, Mo, Cu	0,001–0,009
	Br, Si, Cs, I, Mn	0,0001–0,0009
	Al, Pb, Cd, B, Rb	0,00001–0,00009
Ультрамікро-елементи	Se, Co, V, Cr, As, Ni, Li, Ba, Ti, Ag, Sn, Be, Ga, Ge, Hg, Sc, Zr, Bi, Sb, U, Th, Rh	0,000001–0,000009

Навіть якщо питна вода чиста та якісна, необхідно пам'ятати про баланс води в організмі. Цифра яка характеризує кількість необхідно випитої води на добу людиною – дуже гнучка. 7-8 склянок на день це приблизно те число яке ми зазвичай чуємо, в літражах це приблизно 2 літри. Однак, неможливо визначити стандартну кількість води, яка має вживатися людиною за день, так заявляє Всесвітня організація охорони здоров'я.

Для визначення необхідності у воді, головним фактором є виділення води з сечею, потом, диханням. Щоправда, не варто заціклюватися лише на цих показниках, тому що це не єдині важливі фактори. Добова норма води, по факту – це кількість рідини яку особа може вжити разом з напоями і їжею, для поновлення виділення її організмом вологу. Раніше, у розділах вище, було зафіксовано, що мінімум 2 літри води – це є добовою нормою, а 16 літрів – максимум, при певних умовах.

На підвищення потреб у воді для організму, можуть впливати певні чинники.

- Жаркий клімат, та фізичне навантаження – причини що підвищують необхідність у воді, так як у людини при таких умовах, виділяється більше поту, а значить і більше води.
- Хвороби. Відбувається різке зневоднення організму при хворобах які викликають діарею та блювоту. В таких умовах людина може вжити декілька добових норм води.
- Харчування. Зазвичай це пов'язано із культурою регіону. Наприклад в певних регіонах можуть щодня вживати супи, і цим самим це прирівнюється до того що організм спожив приблизно один стакан води.
- Вага. Потреба у вжитку води може коліватися в залежності від ваги. Тому більшість нормативів, що вказують на добову потребу у рідині, встановлюють у літрах на кілограм маси.

- Вагітність та період лактації у жінок. Вагітна жінка має більшу потребу у воді для того щоб забезпечення плода та амніотичної рідини. Що до годуючих мам, то для дитини віком до одного місяця, організм матері має можливість виробляти більше молока як, містить 80% води.

Кава та чаї в своєму складі мають 99,2% води, соки можуть варіюватися від 90% до 94% вмісту води, незбиране молоко 91 чи 89%, а знежирене 2% води. А 100% склад води мають дієтичні напої та звичайна питна вода.

Дієтологи рекомендують вживати звичайну воду, так як більша кількість напоїв в своєму складі містить різні харчові напої добавки, кофеїн, цукор і т.д., вони мають протилежний ефект. Кофеїн – є діуретиком, який призводить до дегідратації.

При витраті хоча б одного відсотка води, людина починає відчувати погіршення. А при втраті 14% води з'являється ризик летальності. Якщо людина починає відчувати запаморочення чи слабкість, з'являється бліде обличчя чи кінцівки, швидке дихання, пониження артеріального тиску – це свідчить про дефіцит води. Ці ознаки відносяться як до дорослих так і до дітей. Дегідратацію в домашніх умовах можна побороти лише якщо вона у легкій формі, вживання спеціальних сольових розчинів. При ситуаціях складного зневоднення необхідна госпіталізація, там проводять терапію регідратації, яка зазвичай вимагає введення розчинів внутрішньовенно.

Для кожної людини важливо знати про водний баланс в організмі. Так як окрім нормального водного балансу може з'явитися гіпергідратація. Це поняття означає отруєння водою. Тому контроль споживання води є дуже важливим. Наприклад при наявності тривалої спраги чи екстремальних ситуаціях необхідність у воді підвищується. Гіпергідратація зазвичай призводить до набряків обличчя, кінцівок, акумуляції води в черевній порожнині, а у тяжких випадках може відбуватися набряк мозку та легенів.

Тому вірне вживання питної води повинно мати свої межі за для того щоб не

нашкодити своєму здоров'ю. За твердженнями фахівців МОЗ, кількість необхідної води за добу розраховується індивідуально. Тому що, споживання питної води залежить від маси тіла, віка, статі, супутніх можливих хвороб та фізичної активності. Також до не мало важливого фактору відноситься кліматичні умови в яких перебуває особа. Для спрощення на сьогоднішній день вивели формулу для розрахунку добової потреби у воді

Для чоловічої статі – маса тіла x 35;

Для жіночої статі – маса тіла x 31 [15].

У розрахунок цієї формули не входять такі параметри як додатково фізична активність, можливі хвороби, літній вік. Розрахунок по цій формулі підходить для нормального та помірного клімату.

В цілому людині необхідно близько 30-40мл рідини на один кілограм маси тіла. Тобто якщо людина має вагу приблизно 60 кг, то вона має потребу у 1,8-2,4 літри води на добу, кожного дня. Ця потреба у 40% може перекриватися їжею, та надходити разом з нею, інші 60% необхідно «додавати» напоями.

Коли маса тіла 60 кг при нормальному харчуванні, існує необхідність у вжитку 1-1,5 літри якісної та чистої води. Актуальність цих чисел зберігається тільки при

Умові що людина – здорова.(табл. 1.6) Якщо у персоні є проблеми з зайвою вагою, дієтологи радять підвищувати об'єм вжитку води до 500 мл. Вживати воду краще за 20 хвилин до початку прийому їжі або між ними. Одразу після трапези пити воду – не рекомендовано.

Табл. 1.6 [10]

Добова потреба у воді, л			
Вага, кг	При низькій фізичній активності	При помірній фізичній активності	При високій фізичній активності
50	1,55 л	2,00 л	2,30 л
60	1,85 л	2,30 л	2,65 л
70	2,20 л	2,55 л	3,00 л
80	2,50 л	2,95 л	3,30 л
90	2,80 л	3,30 л	3,60 л
100	3,10 л	3,60 л	3,90 л

## Висновок

Отже, ми визначили, що в тих країнах де вживається більш якісна питна вода, яка задовільняє міжнародним стандартам, показник тривалість життя більш високий, а показник захворюваності і смертності – нижчий, між в тих регіонах, де вода є забрудненою. Існують певні стандарти якості, які були засновані Всесвітньою організацією охорони здоров'я. При проведенні багаторічних спостережень, було виявлено, що відхилення від цих норм, спонукає появи несприятливих короткострокових і довгострокових довгострокові наслідки для здоров'я людини.

Питна вода має різні різні показники якості та характеристики (запах, колір, смак, склад та ін.). Вода може вважатися придатною для вживання тільки якщо вказані показники якості, що встановлені МОЗ, задовольняють норми.

Жорсткість, лужність, органолептичні, гігієнічні та токсичні показники – це основні показники якості питної води.

Так як вода являється найголовнішим компонентом нашого тіла, то нам необхідно контролювати і підтримувати водний баланс в організмі. Вона має такі важливі значення:

- «доставка» поживних речовин ті кисню до клітин;
- процеси метаболізму;
- виведення токсинів;
- підтримання нормальної температури тіла;
- зволоження повітря, що надходить в організм;
- засвоєння поживних речовин органами.

Коли відбувається збільшення концентрації води у якій-небудь біологічній рідині, підвищується швидкість транспортування необхідних речовин до клітин, швидко відновлюється енергетичний запас, прискорюються відновлюючи процеси та виводяться побічні продукти біохімічних реакцій.

На сьогодні основною проблемою гідросфери планети є умови для забезпечення водою населення планети, та можливість підвищення її якості. Значні викиди антропогенного впливу призводять до появи в джерелах водопостачання біологічних, хімічних і радіоактивних речовин, які не є нормою для природнього середовища.

## РОЗДІЛ II

# ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО СКЛАДУ РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ УКРАЇНИ

### 1. Вода річок України

Головними джерелами постачання питної води в Україні є річки Дніпро, Десна, Дністер, Сіверський Донець, Бахмут – в якості джерел водопостачання, їх якісний та кількісний склад може відрізнятися один від одного.

В тих випадках коли існує різниця якості та кількісного складу компонентів розбавлених водних розчинів різних джерел водопостачання, зазвичай здійснюється корегування питної води.

Для того щоб встановлювати границі для вод з джерел водопостачання, що можуть служити в якості основи для корегування розбавлених водних розчинів використовують норми ДСанПін 2.2.4 – 171 – 10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Установи, апарати, технології які використовують на локальному рівні, задають певної складності у процесі корегування складу питної води, так як не завжди підтимується відповідність до вимог питної води.

Для використання нових технологій та методів, які можуть реалізовувати поетапне функціонування регуляції складу розбавлених водних розчинів, за допомогою локальних установ, потребують аналіз літературних джерел та данні яка покажуть фізико-хімічний склад джерела водопостачання. Мета вивчення цих аспектів полягає у вивченні вмісту компонентів та їх співвідношення у основних джерел.

При виконанні цієї роботи, аналіз джерел літератури, діаграм і таблиць, дають розуміння, що існує велика різниця між границями природної питної води і води, що пройшла підготовку де були використані практично всі апарати та методи для очищення. За рахунок цієї різниці, є необхідність у використанні двох різних

значень, нижнього і верхнього показника складу для природних питних вод, та для вод, які проходять підготовку у відповідність до рівня значень ДСанПін 2.2.4 – 171 – 10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Для природних питних вод існують такі границі:

- Верхня границя – значення мінералізації води
- Нижня границя – вміст солей, який коливається на рівні 0,5 – 50 мг/дм<sup>3</sup>

Для питних вод, які пройшли корегування складу на стадії підготовки, значення за мінералізацією:

- Верхня границя (за ДСанПін) -  $\leq 1000$  мг/л;
- Нижня границя – є неможливою для регламентування всіх складових одночасно, тому вони мають визначення в нормативних документах по вмісту найбільш небезпечних компонентів (мідь - 0,02 мг/дм<sup>3</sup>, алюміній – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, ртуть – 0,0005 мг/дм<sup>3</sup>, миш'як  $\leq 0,01$  мг/дм<sup>3</sup> та інші)

Основні компоненти ГДК – це хлориди (Cl<sup>-</sup>) -  $\leq 240$  мг/дм<sup>3</sup>, гідрокарбонати (НСО<sub>3</sub><sup>-</sup>) – не регламентовано, натрій (Na<sup>+</sup>)  $\leq 210$  мг/дм<sup>3</sup>, сульфати – 250 мг/дм<sup>3</sup>, для повноцінного мінерального складу за ДСанПін вміст Mg<sup>2+</sup> дорівнює 15 – 50 мг/дм<sup>3</sup>, Ca<sup>2+</sup> - 20-75 мг/дм<sup>3</sup>.

В таблиці 2.1 і на діаграмах (рис 1.1 – 1.5 [16]) порівнюється значення ГДК питної води, мінералізація річок України. Мінералізація річок Дніпро, Десна та Дністер знаходиться в межах 265 – 330 мг/дм<sup>3</sup>, а для р. Бахмут та р. Сіверський Донець показники фізико-хімічного складу змінюються в залежності від населеного пункту та рівня промислового розвитку, та коливається в межах 1080-1735 мг/дм<sup>3</sup>, вміст хлоридів - 220 – 350 мг/дм<sup>3</sup>, вміст сульфатів – від 315 до 615 мг/дм<sup>3</sup>. Показник жорсткості р. Сіверського Донця і р. Бахмут становить 8,60 мг-екв/дм<sup>3</sup> і 17,5 мг-екв/дм<sup>3</sup> відповідно. З визначенням жорсткості пов'язаний вміст магнію та кальцію, становлять 107 і 35 мг/дм<sup>3</sup> для Сіверського Дінця і 242 67 мг/дм<sup>3</sup> для р. Бахмут. Показник каламутності води приблизно 10 мг/дм<sup>3</sup> для

р.Сіверський Донець та 39 мг/дм<sup>3</sup> для р. Бахмут. Колірність води р.Сіверського Донця 13 град. і 27 град. для р.Бахмут.

За цими результатами дослідження, можна зробити висновок, що в річках Сіверський Донець та Бахмут якість води за фізико-хімічними показниками не відповідають нормам і мають сильну різницю за складом від річок Десна, Дністер та Дніпро. В цих ріках більшість показників задовільняють вимоги ДСанПіН, окрім показників кольоровості та каламутності.

Таблиця 2.1 [16]

**Фізико-хімічні показники якості води річок України**

Показники	Річки України						
	ГДК для річок	Дніпро	Десна	Дністер	Сіверський Донець	Бахмут	ДСанПіН 2.2.4-171-10
НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Не норм.	182,5 3,02	245,0 4,5	183,2 3,01	267,8 4,5	401, 6 6,55	Не норм.
СІ, мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	≤350,0	28,26 0,796	22,72 0,58	25,07 0,705	157,3 4,44	100, 1 2,82	≤240, 0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	≤500,0	49,4 1,13	36,5 0,76	43,2 0,90	310- 552,0 6,34- 11,5	301, 2 6,32	≤250, 0
Жорсткість загальна, мг-екв/дм <sup>3</sup>	Не норм.	3,7	4,6	3,77	8,60	17,5	≤7,0

Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Не норм.	52,7 2,65	63,73 3,43	57,11 2,85	107,62 5,42	246, 3 12,0 3	Не норм.
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Не норм.	14,13 1,18	13,3 1,1	11,55 0,95	35,5 2,96	67,1 7 5,59	Не норм.
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Не норм.	24,15 1,1	25,3 1,1	16,7 0,72	107,18 4,68	207, 1 8,98	Не норм.
Мінералізація загальна, мг/дм <sup>3</sup>	Не норм.	270,0	330,0	265,0	878- 1088,7	1187 ,3	≤1000
Колірність, град	≤200,0	60,0	30,0	13,0	13,0	27,0	≤20
Каламутність мг/дм <sup>3</sup>	≤1500	12,0	8,9	35,0	10,0	39,0	≤1,0

Рис. 1.1 [16]

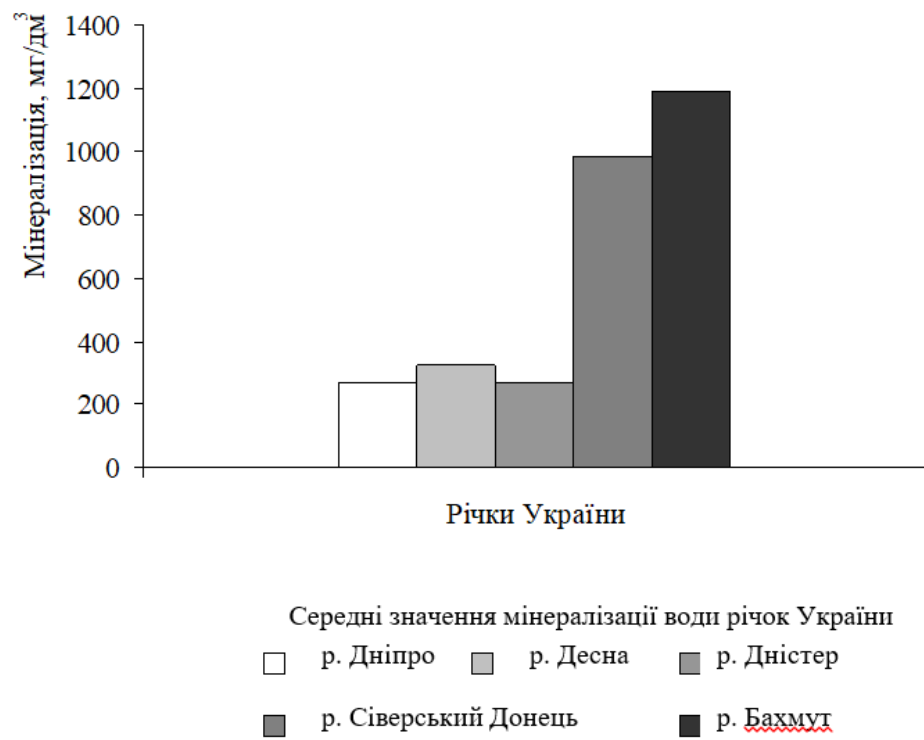


Рис. 1.2 [16]

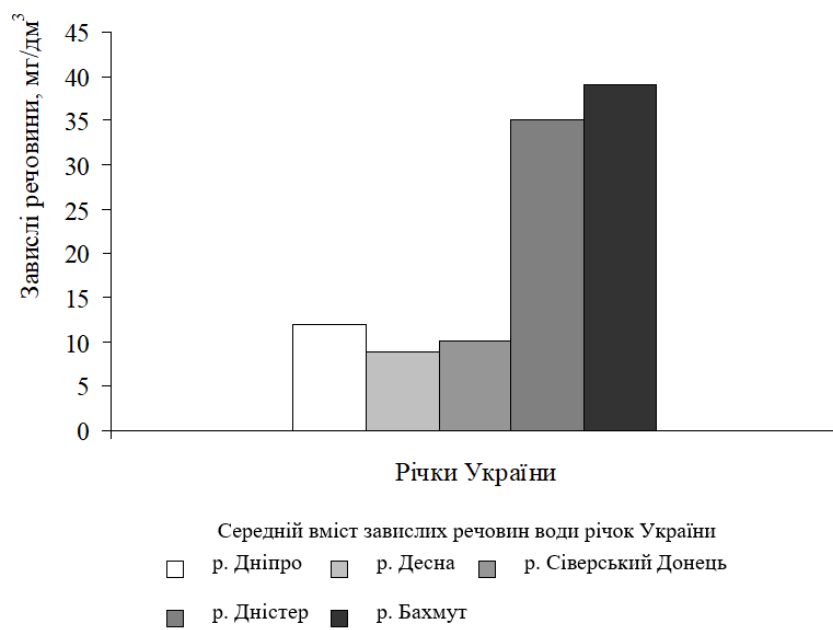
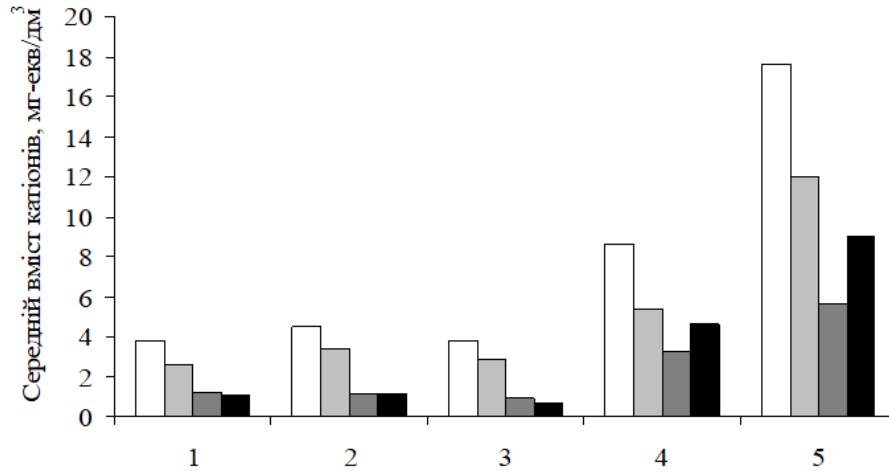
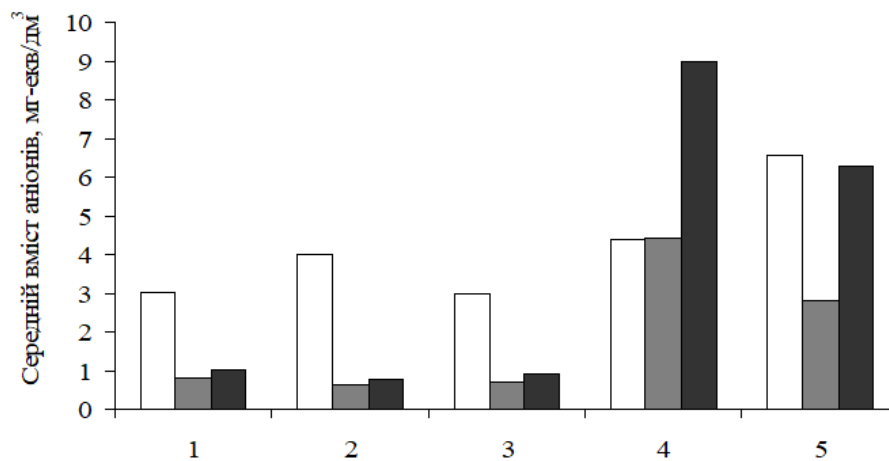


Рис. 1.3 [16]



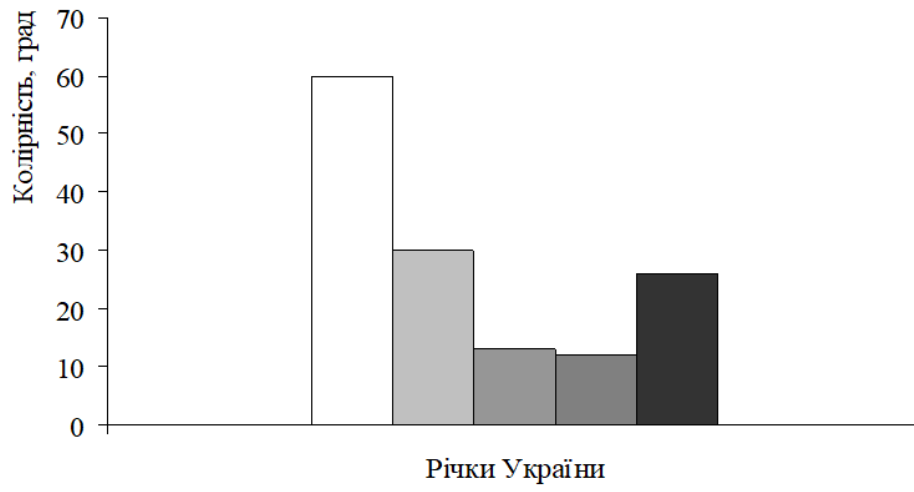
Порівняльна характеристика стану річок України (середні значення концентрації по основним катіонам)  
 1 – р. Дніпро; 2 – р. Десна; 3 – р. Дністер; 4 – р. Сіверський Донець; 5 – р. Бахмут  
 □ Ж<sub>сат</sub>    □ Ca<sup>2+</sup>    □ Mg<sup>2+</sup>    ■ Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>

Рис. 1.4 [16]



Порівняльна характеристика стану річок України (середні значення концентрації по основним аніонам)  
 1 – р. Дніпро; 2 – р. Десна; 3 – р. Дністер; 4 – р. Сіверський Донець; 5 – р. Бахмут  
 □ HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>    □ Cl<sup>-</sup>    ■ SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

Рис. 1.5 [16]



Середні значення показника колірності води річок України

- р. Дніпро
- р. Десна
- р. Дністер
- р. Сіверський Донець
- р. Бахмут

## 2. Дослідження якості питної води колодязів та свердловин певних регіонів України

Деякі жителі України змушені використовувати воду децентралізованих джерел водопостачання які не проходять попередньої водопідготовки – колодязі, свердловини. У сільських населених пунктах, зазвичай, колодязна вода має погану якість, вона забруднена сполуками азоту, сульфатами, солями і різними іншими домішками, які роблять воду не придатною до споживання.

За допомогою досліджень було виявлено якість води цих джерел постачання. Об'єктами для дослідження були обрані деякі колодязі України, та результати дослідження представлені в таб. 2.2 [16].

Аналізуючи результати дослідження, можна зробити висновок, що лише один колодязь має показники які задовольняють вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 (ДСанПіН 2.2.4-400-10) «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Цей колодязь який розташований в Ірпінському р-ні Київської області. А колодязь, який розташований в Києво-Святошинському р-ні має підвищений вміст домішок, який спричиняє появи колірності, каламутності та окислюваність. Таке забруднення виникає за участі речовин органічної природи, які з'являються під час процесу біохімічного розкладання залишків рослин, і надають воді бурого або жовтого відтінку.

Висока жорсткість води, також характерна більшості колодязів, яка спричинена високим вмістом розчинених солей магнію бікарбонатів, кальцію, сульфатів та хлоридів. Наприклад колодязі № 1, 2, 7 мають нижче ГДК жорсткості ( $\leq 10,0$  мг-екв/дм<sup>3</sup>). Надлишок магнію та кальцію у питній воді негативно впливає на організм людини, споживання такої води призводить до утворення каменів в нирках та кишково-шлунковому тракті.

Можемо побачити, що високі показники лужності мають колодязі № 4, 6, 7, 8, 9 і 10, при чому, найвища лужність у № 7 і 9 (рис. 2.2).

Вміст сульфатів в колодязях № 1 – 7, 9, 10 нижче допустимої норми ( $\leq 500,0$  мг/дм<sup>3</sup>) і лише № 8 має вміст що межує з ГДК. Висока концентрація сульфатів у питній воді не бажана так як, це впливає на органолептичні властивості, а тривале вживання такої води призводить до порушення функцій травної системи людського організму.

Значна різниця вмісту, в досліджуваних колодязях, такої речовини, як нітрати. Наприклад в колодязях № 1, 4, 5 вони майже відсутні, № 2, 3, 11 – має вміст який знаходиться нижче межі ГДК ( $\leq 50,0$  мг/дм<sup>3</sup>). А решта колодязів має значно перевищений вміст нітратів за гранично-допустиму норму. В природних водах поява нітратів пов'язана із забрудненням побутовими стічними водами, які містять сполуки білкової природи, що нітрифікувалися.

Сумарний показник вмісту розчинених неорганічних та легкоокислюваних органічних домішок у воді, визначає – мінералізацію. Діаграма на рис. 2.3 [16] показує середнє значення мінералізації води.

Отже, результати дослідження вказують на те, що вода в колодязі №1 має показники які задовільняють вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 (ДСанПіН 2.2.4-400-10) «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» для питної води колодязів. А решта, має перевищення за деякими показниками, в основному – це жорсткість та висока концентрація сульфатів і нітратів.

Таб. 2.2 [16]

Показники якості води досліджуваних джерел водопостачання	Місце знаходження джерела водопостачання											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Каламутність, мг/дм <sup>3</sup>	0,2	4,0	-	0,28	0,30	0,87	-	-	-	0,93	-	3,5
Колірність, град	Відс.	56,0	-	1,5	3,0	8,0	2,7	-	-	-	-	35,0
рН	8,2	6,89	7,15	7,48	7,22	7,83	8,28	7,97	7,79	7,72	8,15	6,5-8,5
Лужність НСО <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	222,65 (3,65)	155,6 (2,55)	378,3 (6,2)	684,9 (11,2)	463,6 (7,6)	793,3 (13,0)	1055,3 (17,2)	564,3 (9,25)	1037,0 (17,0)	524,0 (8,6)	-	Не реглам.
Сульфат и SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	50,4 (1,05)	91,2 (1,9)	124,0 (2,58)	65,6 (1,37)	244,0 (5,08)	265,60 (5,53)	160,6 (3,33)	512,5 (10,65)	324,4 (6,44)	208,4 (4,33)	193,45 (4,0)	≤500,0
Хлорид и Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	11,89 (0,334)	17,75 (0,50)	118,99 (3,35)	129,58 (3,65)	150,8 (4,25)	156,2 (4,40)	48,81 (1,37)	135,26 (3,81)	184,6 (5,2)	173,95 (4,9)	44,14 (1,24)	≤350,0
Нітриги NO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Відс.	0,096	0,20	0,02	Відс.	0,06	0,04	11,0	0,008	0,095	-	≤3,3

Показники якості води досліджуваних джерел водопостачання	Місце знаходження джерела водопостачання											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нітрати NO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Відс. 4,8	30,6 (0,49)	23,75 (0,38)	1,2	Відс.	110,0 (1,77)	78,1 (1,26)	120,0 (1,94)	388,0 (6,26)	917,8 (21,2)	40,96 (0,66)	≤50,0
Загальна жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	4,8	4,6	10,3	11,9	16,4	17,5	7,1	11,8	19,0	21,2	12,9	10,0
Кальцій Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	80,6 (4,0)	77,15 (3,85)	180,36 (9,0)	150,3 (7,5)	260,48 (13,0)	230,46 (11,5)	54,11 (2,7)	118,24 (5,9)	136,2 (6,8)	184,37 (9,2)	166,3 (8,3)	Не реглам.
Магній Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	9,73 (0,80)	9,12 (0,75)	15,81 (1,3)	53,5 (4,4)	41,34 (3,4)	72,96 (6,0)	53,5 (4,4)	71,74 (5,9)	148,35 (12,2)	141,06 (11,6)	55,9 (4,6)	Не реглам.
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	19,16 (0,833)	21,03 (0,91)	50,83 (2,23)	92,46 (4,02)	13,3 0,58	125,2 (5,43)	366,8 (15,9)	318,82 (13,85)	349,6 (15,1)	333,4 (14,49)	-	Не реглам.
Азот амонійний NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Відс.	0,40 (0,02)	0,14	Відс.	Відс.	0,09	0,008	0,008	0,009	0,42	-	≤2,6
Залізо (Fe <sup>3+</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>	Відс.	Відс.	0,15	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	0,003	Відс.	0,03	0,1	1,0
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	271,63	352,48	711,27	831,89	947,7	1252,7	1315,3	1584,5	2093,25	2315,1 <sub>2</sub>	-	1500
Окислюваність, мг/дм <sup>3</sup>	2,0	6,48	2,16	3,68	2,92	3,04	9,25	4,24	4,32	4,64	5,34	≤5,0

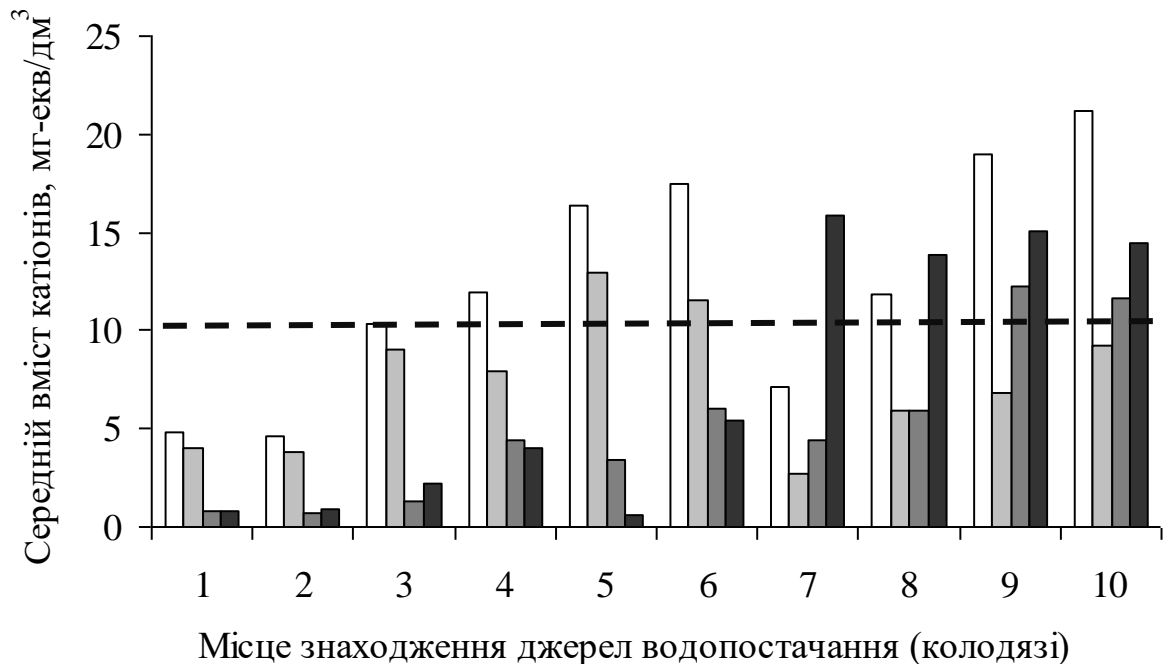


Рис. 2.1. Порівняння води колодязів за середнім значенням концентрації по основним катіонам

**1** – Київська обл. Ірпінський р-н.; **2** – Київська обл. Києво-Святошинський р-н, Бузова; **3** - Житомирська обл. Брусилівський р-н; **4** – Київська обл. Богуславський р-н; **5** – Київська обл. Фастівський р-н; **6** – Чернігівська обл. Бобровицький р-н; **7** – Полтавська обл. Миргородський р-н; **8** – Полтавська обл. Семенівський р-н; **9** – Кіровоградська обл. Новомиргородський р-н; **10** – Житомирська обл. Ружинський р-н.

□ Ж<sub>заг</sub>    ■ Ca<sup>2+</sup>    ■ Mg<sup>2+</sup>    ■ Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>  
 - - - - - ГДК жорсткості заг.

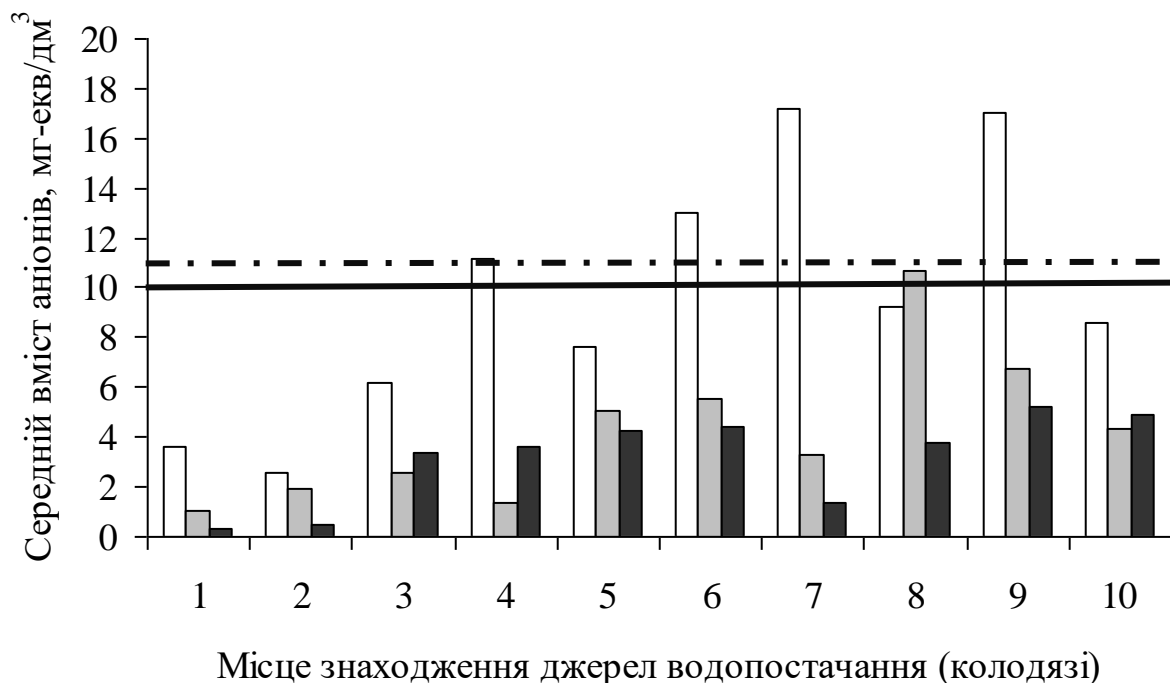
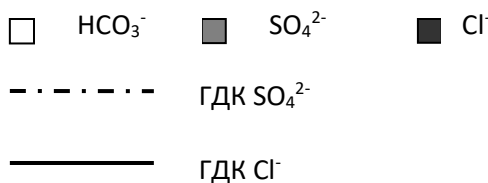


Рис. 2.2. Порівняння води колодязів за середні значення концентрації по основним аніонам

**1** – Київська обл. Ірпінський р-н.; **2** – Київська обл. Києво-Святошинський р-н, Бузова; **3** - Житомирська обл. Брусилівський р-н; **4** – Київська обл. Богуславський р-н; **5** – Київська обл. Фастівський р-н; **6** – Чернігівська обл. Бобровицький р-н; **7** – Полтавська обл. Миргородський р-н; **8** – Полтавська обл. Семенівський р-н; **9** – Кіровоградська обл. Новомиргородський р-н; **10** – Житомирська обл. Ружинський р-н.



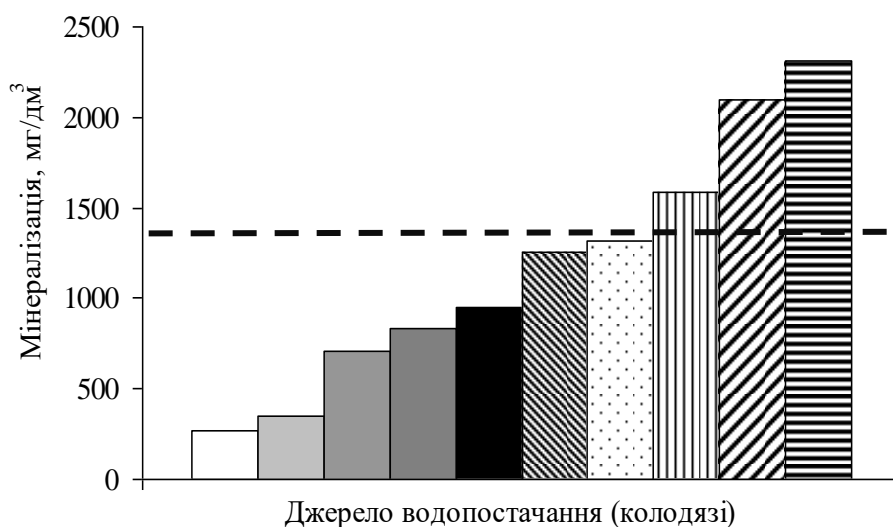


Рис. 4.3. Середні значення мінералізації води деяких колодязів України

**1** – Київська обл. Ірпінський р-н.; **2** – Київська обл. Києво-Святошинський р-н, Бузова; **3** – Житомирська обл. Брусилівський р-н; **4** – Київська обл. Богуславський р-н; **5** – Київська обл. Фастівський р-н; **6** – Чернігівська обл. Бобровицький р-н; **7** – Полтавська обл. Миргородський р-н; **8** – Полтавська обл. Семенівський р-н; **9** – Кіровоградська обл. Новомиргородський р-н; **10** – Житомирська обл. Ружинський р-н.

- Київська обл. Ірпінський р-н.
- Київська обл. Києво-Святошинський р-н, Бузова
- Житомирська обл. Брусилівський р-н.
- Київська обл. Богуславський р-н.
- Київська обл. Фастівський р-н.
- ▨ Чернігівська обл. Бобровицький р-н.
- ▨ Полтавська обл. Семенівський р-н.
- ▨ Кіровоградська обл. Новомиргородський р-н
- ▨ Житомирська обл. Ружинський р-н.
- ГДК мінералізації

Також розглянемо якість свердловинних вод. Оберемо свердловини в Київській, Полтавській та Луганській областях. (таб. 2.3 та рис. 2.4 - 2.6 [16])

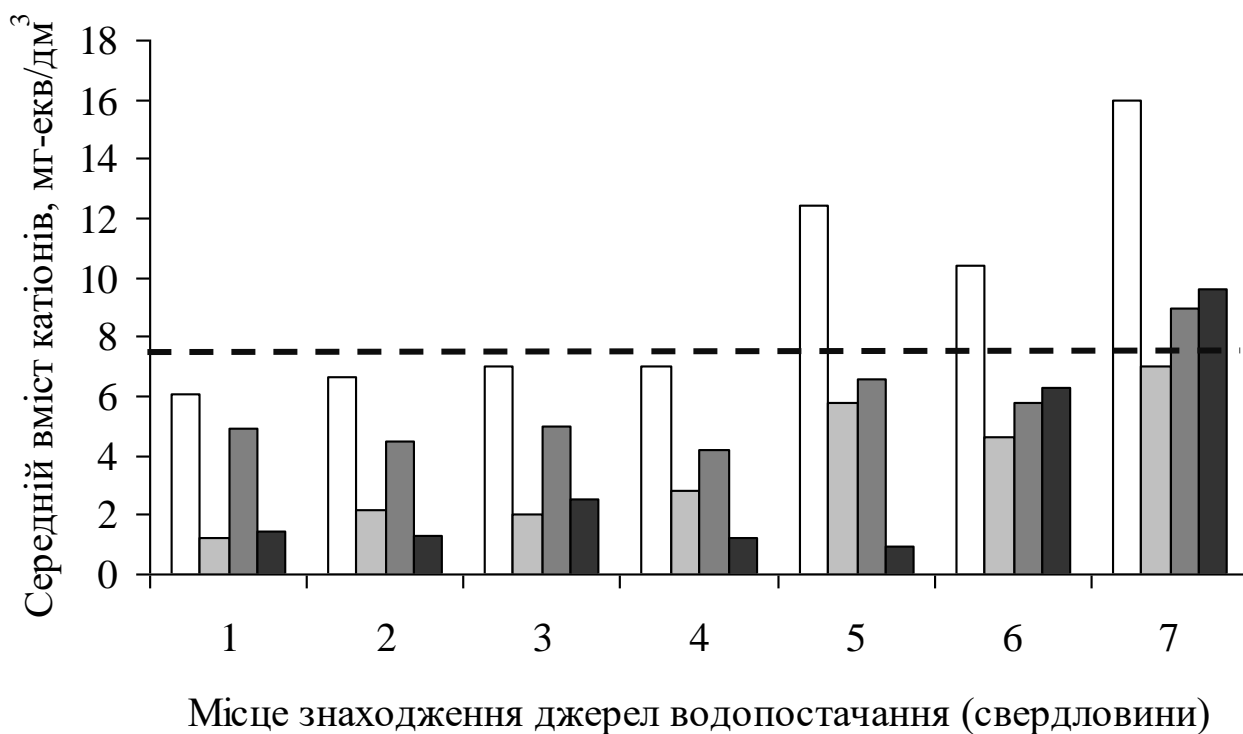
Таб. 2.3

**Фізико-хімічний аналіз води свердловин деяких регіонів України**

Показники якості води досліджуваних джерел водопостачання	Місце знаходження джерела водопостачання							
	Київ. обл. Васильк р-н	Київ. обл. Макарів р-н	Київ. обл. Борисп. р-н	Полтав. обл. Глобин. р-н	Полтав. обл. Миргор. р-н	Полтав. обл. Семенів. р-н	Луганськ а. обл. Антрацит о.р-н	ДСанПіН 2.2.4-171-10
	1	2	3	4	5	6	7	8
Каламутність, мг/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	3,5
Колірність, град	-	-	-	-	-	-	-	35,0
рН	6,89	7,35	7,19	7,37	7,16	7,24	7,58	6,5-8,5
Лужність НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	231,5 (3,5)	414,8 (6,8)	475,8 (7,8)	384,5 (6,4)	562,12 (9,2)	475,8 (7,9)	500,2 (7,2)	≤6,5
Сульфати SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	121,6 (2,53)	35,2 (0,73)	9,6 (0,2)	68,8 (1,43)	160,0 (3,33)	246,0 (5,27)	416,16 (8,67)	≤250,0
Хлориди Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	47,04 (1,33)	15,27 (0,43)	58,6 (1,65)	16,85 (0,47)	26,6 (0,75)	65,32 (1,84)	257,7 (7,26)	≤250,0
Загальна жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	6,1	6,65	7,0	7,0	12,4	10,4	16,0	≤7,0
Магній Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	14,6 (1,2)	26,14 (2,15)	24,32 (2,0)	34,05 (2,8)	70,53 (5,8)	55,94 (4,6)	85,12 (7,0)	≤80,0

Продовження таб. 2.3

Показники якості води досліджуваних джерел водопостачання	Місце знаходження джерела водопостачання							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Кальцій $\text{Ca}^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	98,20 (4,9)	90,18 (4,5)	101,2 (5,0)	84,17 (4,2)	132,26 (6,6)	117,2 (5,8)	180,36 (9,0)	≤130,0
Залізо, мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Відс.	0,92 (0,07)	0,081	0,14	9,3 (0,58)	0,14	Відс.	≤0,2
$\text{Na}^{+}+\text{K}^{+}$ , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	32,9 (1,43)	30,2 (1,31)	58,65 (2,5)	26,6 (1,2)	22,1 (0,95)	145,1 (6,3)	220,8 (9,6)	≤200,0
Азот амонійний $\text{NH}_4^{+}$ , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Відс.	Відс.	0,40	Відс.	Відс.	0,52 (0,028)	0,003	≤0,1 (0,5)
Нітрити $\text{NO}_2^{-}$ , мг/дм <sup>3</sup>	0,04	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	5,2 (0,11)	0,02	≤0,5 (0,1)
Нітрати $\text{NO}_3^{-}$ , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	10,7 (0,17)	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	104,0 (1,67)	91,8 (1,48)	≤10,0 (50,0)
Окислюваність, мг/дм <sup>3</sup>	1,76	2,14	1,2	-	-	2,38	1,64	≤2,0 (5,0)
Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	432,04	409,87	488,3	432,62	730,52	995,8	1515,1	≤1000,0

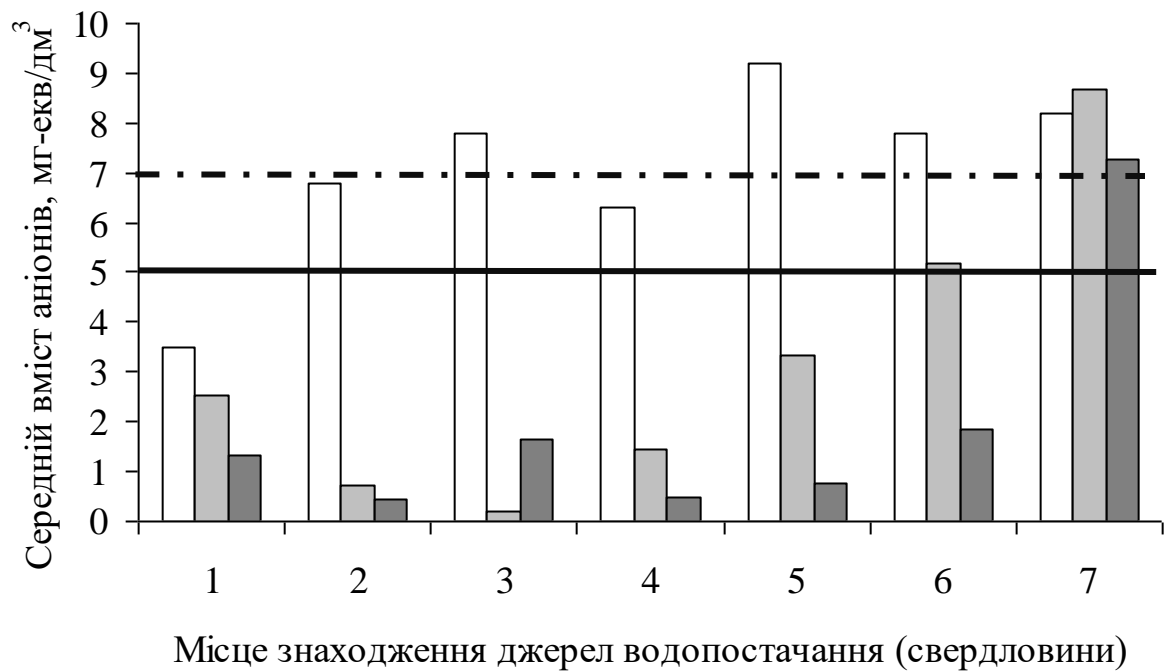


1 – Київська обл. Васильківський р-н.; 2 – Київська обл. Макарівський р-н; 3 – Київська обл. Бориспільський р-н; 4 – Полтавська обл. Глобинський р-н; 5 – Полтавська обл. Миргородський р-н; 6 – Полтавська обл. Семенівський р-н; 7 – Луганська обл. Антрацитовський р-н.

□ Ж<sub>заг</sub>    □ Mg<sup>2+</sup>    □ Ca<sup>2+</sup>    ■ Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>

----- ГДК жорсткості заг.

Рис. 2.4. Порівняння води свердловин за середнім значенням концентрації по основним катіонам



1 – Київська обл. Васильківський р-н.; 2 – Київська обл. Макарівський р-н; 3 – Київська обл. Бориспільський р-н; 4 – Полтавська обл. Глобинський р-н; 5 – Полтавська обл. Миргородський р-н; 6 – Полтавська обл. Семенівський р-н; 7 – Луганська обл. Антрацитівський р-н.

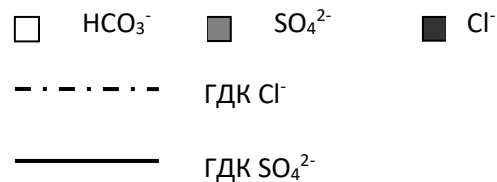
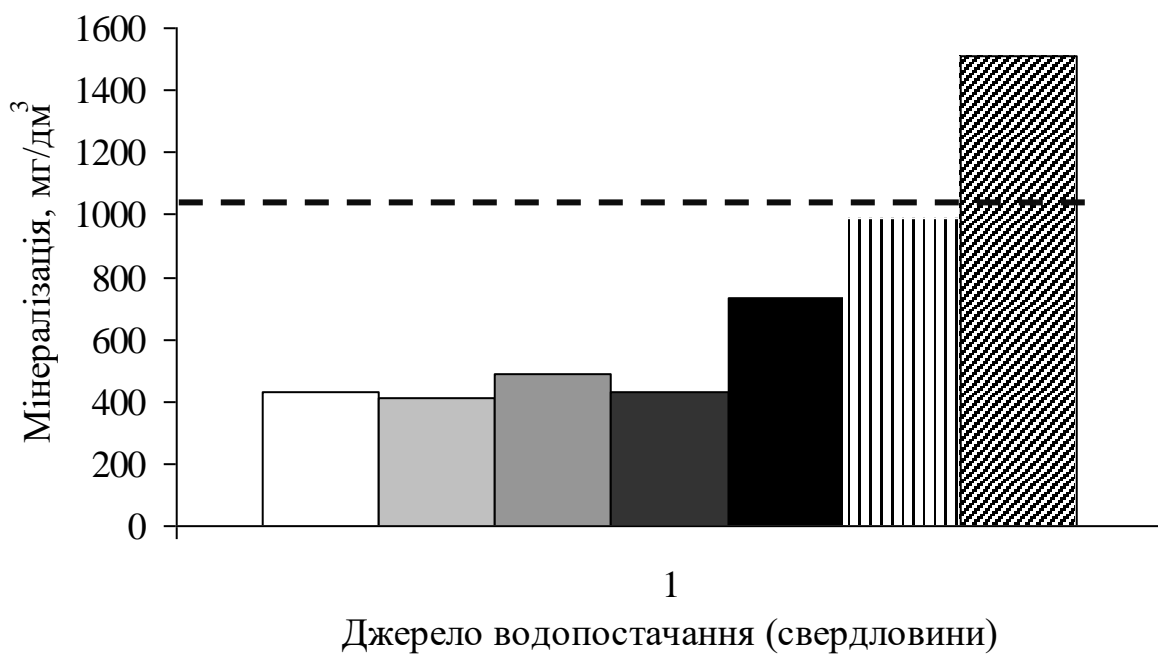


Рис. 2.5. Порівняння води свердловин за середнім значенням концентрації по основним аніонам



**1** – Київська обл. Васильківський р-н.; **2** – Київська обл. Макарівський р-н.; **3** – Київська обл. Бориспільський р-н.; **4** – Полтавська обл. Глобинський р-н.; **5** – Полтавська обл. Миргородський р-н.; **6** – Полтавська обл. Семенівський р-н.; **7** – Луганська обл. Антрацитівський р-н.

- Київська обл. Васильківський р-н.
- Київська обл. Макарівський р-н.
- Київська обл. Бориспільський р-н.
- Полтавська обл. Глобинський р-н.
- Полтавська обл. Миргородський р-н.
- Полтавська обл. Семенівський р-н.
- Луганська обл. Антрацитівський р-н.
- ГДК мінералізації

Рис. 2.6. Середні значення мінералізації води свердловин

За поданими результатами дослідження, можна зробити висновок, що свердловинні води, які розташовані в Київській області, відповідають нормативним параметрам. Лише одна свердловина у Київській області має підвищену лужність.

У Полтавській області, було обрано для дослідження три свердловини (у Миргородському, Глобинському та Сименівському р-нах). Свердловини у Сименівському та Миргородському районі мають підвищений показник лужності та жорсткості, а також Сименівський р-н відрізняється перевищеною концентрацією нітратів. У Глобинському районі свердловинна вода відповідає всім нормативним показникам якості.

У місті Антрацит (Луганській обл.) якість свердловинних вод, має перевищення ГДК. Перевищений показник лужності та жорсткості, вміст сульфатів, хлоридів, нітратів.

Свердловини № 1-4 не перевищують показник мінералізації (500 мг/ дм), а свердловини № 5-6 відповідають значенням 720 мг/ дм та 995 мг/ дм, трошки вищий ніж попередні, але знаходиться в допустимих межах. Свердловина №7 має перевищений показник мінералізації, який дорівнює 1515 мг/ дм.

### 3. Оцінка якості води на прикладі міста Київ

Існує купа показників, які можуть впливати на якість питної води. Якщо, як приклад, взяти водопровідні води, то на їх чистоту та якість, в основному, впливають стан систем трубопроводів, по яких рухається вода, системи попередньої очистки і те яку якість має вихідна вода у джерелах водозабору. На показники якості свердловинних вод впливає глибина залягання підземних вод, їх склад, можливе забруднення нафтопродуктами та іншими речовинами. Для колодязних вод, наприклад, важливим аспектом є об'єкти що мають розташування навколо колодязя. Є висока вирогідність наявності прилеглих полів, що можуть оброблятися нітратними добривами, і як результат забруднювати водне джерело.

Лабораторія «ecosoft» робить тисячі аналізів, на якість питної води, щороку. Так було прийнято рішення проаналізувати воду яку споживають у місті Київ, бо найбільша к-сть проб надходить саме з цієї локації.

Забезпечення водними ресурсами міста Київ дають річки Десна, Дніпро, та підземні свердловини. З річок вода потрапляє на Дніпровську або Деснянську станцію підготовки питної води.

В експлуатацію, Дніпровська насосна станція була введена у 1939 році. Запроектована продуктивність станції 600 тис.м<sup>3</sup>/добу. На станції застосовується стандартна (класична) схема реагентного очищення води. Ця схема має кілька стадій [24].

1. Очищення. Вода очищається від великого та габаритного сміття (гілок, пакетів і тд.) Процес проводиться на металевих сітках.
2. Додавання потрібних реагентів. Додоються окиснювачі (хлорвмісні сполуки) для процесу окислення органічних частино або мікроорганізмів, водоростей та інших речовин які є забруднюючими. Також ця стадія передбачає введення коагулянту –речовина яка з'єднує (зклеює) малі

зважені часточки у більші за розміром, які швидко осідають. Ці частки називають – агломерати.

3. Відстоювання. Стадія для кращого відділення коагулянтних часток.
4. Фільтрація. Відстояна вода, рухається до фільтру який має кварцовий пісок для видалення, розмір часток якого 20-50 мкм.
5. Обробка озоном. Тут відбувається останнє окиснення домішок.
6. Хлорування. Вода хлорується, перед подачею у трубопровід, хлорвмісними реагентами, найчастіше використовують суміш аміачної води та газоподібного хлору.

У 1961 році почала свою роботу Деснянська станція. Її продуктивність 1 млн. 80 тис.м<sup>3</sup>/добу, і схема роботи схожа на схему Дніпровської насосної станції, але тут відсутнє озонування.

1. Очищення.
2. Додавання реагентів.
3. Відстоювання.
4. Фільтрація.
5. Хлорування.

Ще варто розуміти, що після станцій де вода очищається, вона проходить по трубопроводах, а деякі із них прокладені ще в 60-х роках. Більшість труб виготовлено з чавуну. Цей матеріал є вразливим для різних факторів навколишнього середовища, це часто призводить до біологічного обростання та появи корозії, і як результат відбувається вторинне забруднення води іржею, мулом, мікроорганізмами та ін. Часті аварії, також не виключення. Прориви трубопроводів і, відповідно, скидання води з систем, що неможливо контролювати, і аварійні відключення [24].

Очищення води, за технологією, що вказана вище (які використовують на Дніпровський та Деснянський насосних станціях), в першу чергу спрямована на зниження каламутності і кольоровості води. Також, в такому очищенні є недоліки,

як наприклад, виділення важких металів, фосфатів, нітратів, зменшення вмісту заліза та зниження твердості. Але з урахуванням вторинного забруднення і якості води, вода не може бути придатною для вторинного забруднення.

Лабораторією «Ecosoft», проводяться аналізи води в місті Київ, та результати розміщують на так званих «картах якості води». За допомогою цих карт можна стежити за якістю води яка тече у кранах київських жителів.

Щоб оцінити та проаналізувати якість питної води, для прикладу, було обрано три райони Києва – Оболонський, Дніпровський та Солом'янський. В цих районах оберемо три водопроводи, де будуть різні позначки стану води, для кращого розуміння придатності води для споживання і які проблеми є найгострішими.

### 1) Оболонський район

Перший трубопровід, який ми розглянемо розміщений на Оболонському проспекті 5. (рис.3.1)[17].

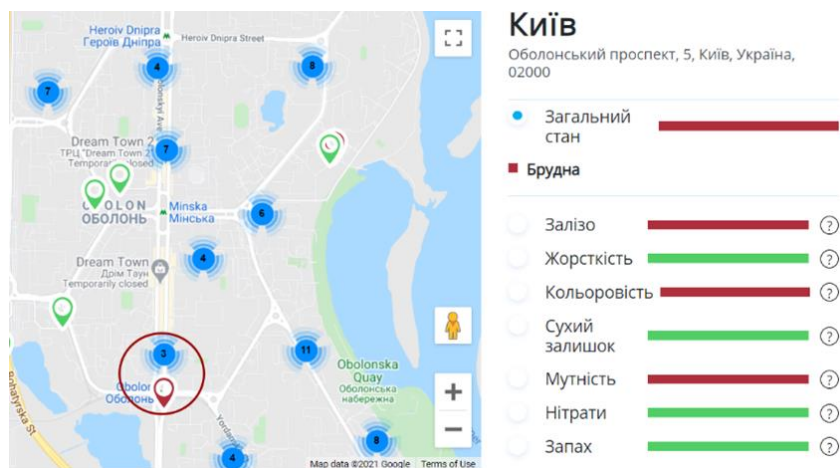


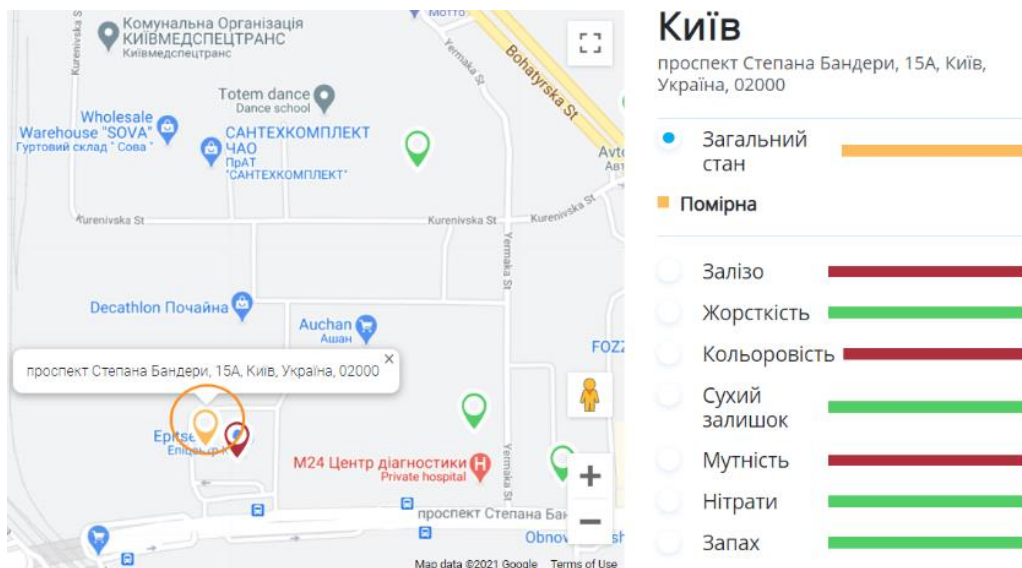
Рис. 3.1

Загальний стан води, зазначено як – брудна. Таки вода потребує очищення та є небезпечною для вживання.

Показники що характеризують мутність, кольоровість, та вміст заліза, перевищують норми.

Другий трубопровід Оболонського р-ну розміщений на проспекті Степана Бандери. (рис.3.2) [17].

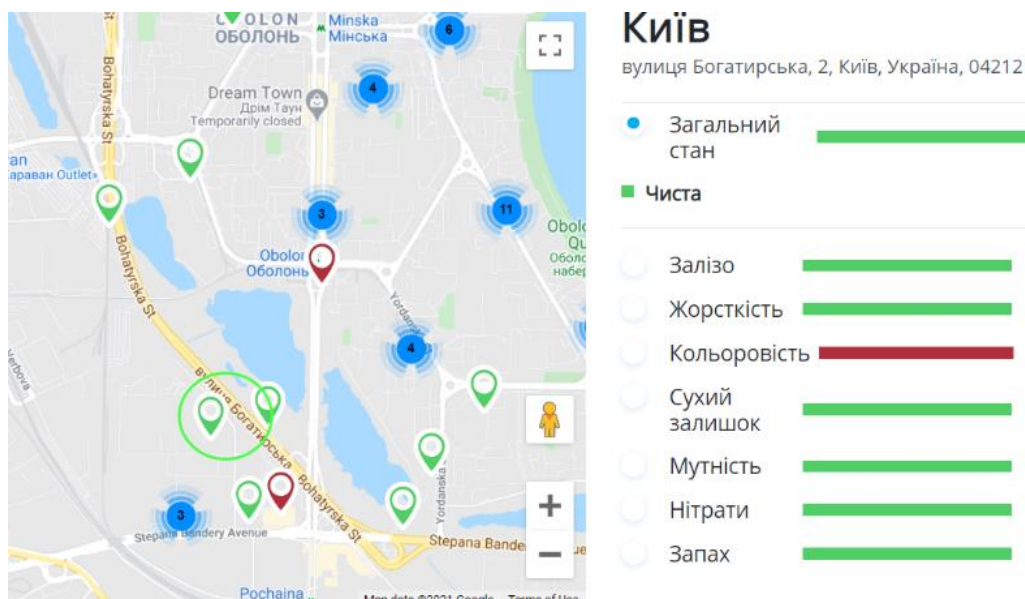
Рис. 3.2



Лабораторні дослідження визначають стан води, як – помірно забруднена (не придатна до вживання, потребує очищення).

Третій трубопровід розміщено на вулиці Богатирська. (рис. 3.3) [17].

Рис. 3.3

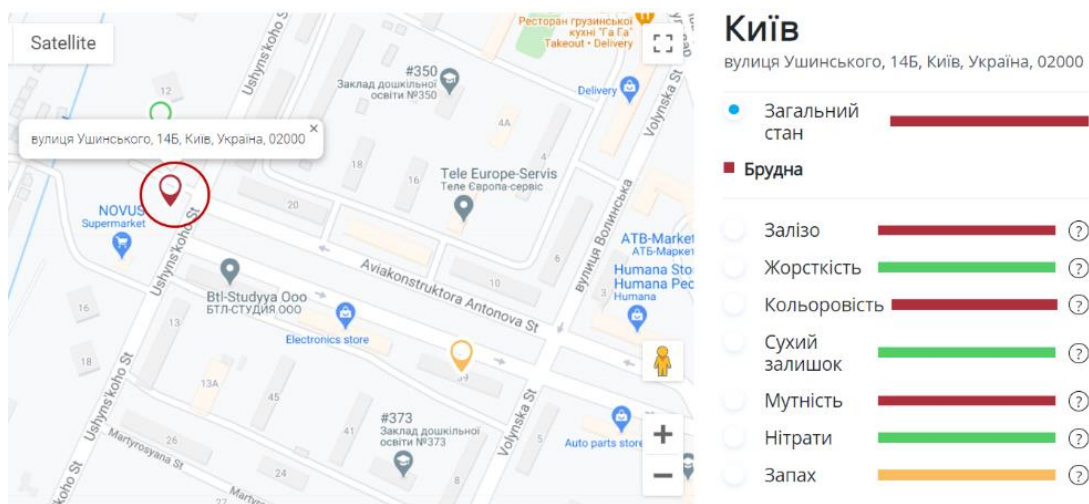


Результати дослідження визначають що вода тут придатна для вживання, загальний стан – чистий, але є перевищення за показником кольоровості.

## 2) Солом'янський район

Водопровід на вулиці Ушинського. (рис. 3.4) [17].

Рис. 3.4



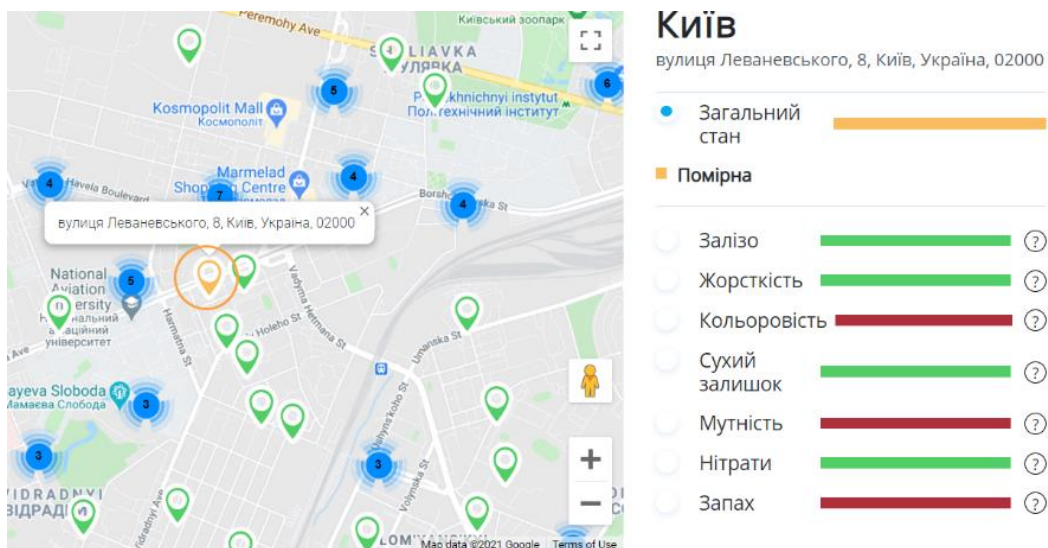
За станом вода тут – забруднена.

Є перевищення за допустимі показники таких параметрів як кольоровість, загальний вміст заліза та мутність.

Помірний показник запаху.

Вода на даній території потребує очищення та небезпечна для вживання. Загальний стан – брудна.

Наступний трубопровід на вулиці Леванського. (рис. 3.5) [17].



Перевищенні показники санітарно-гігієнічних норм таких параметрів: кольоровість, мутність та запах.

Помірний стан води за забрудненням, потребує очищення.

Розміщення трубопроводу на вулиці Освіти. (рис. 3.6) [17].

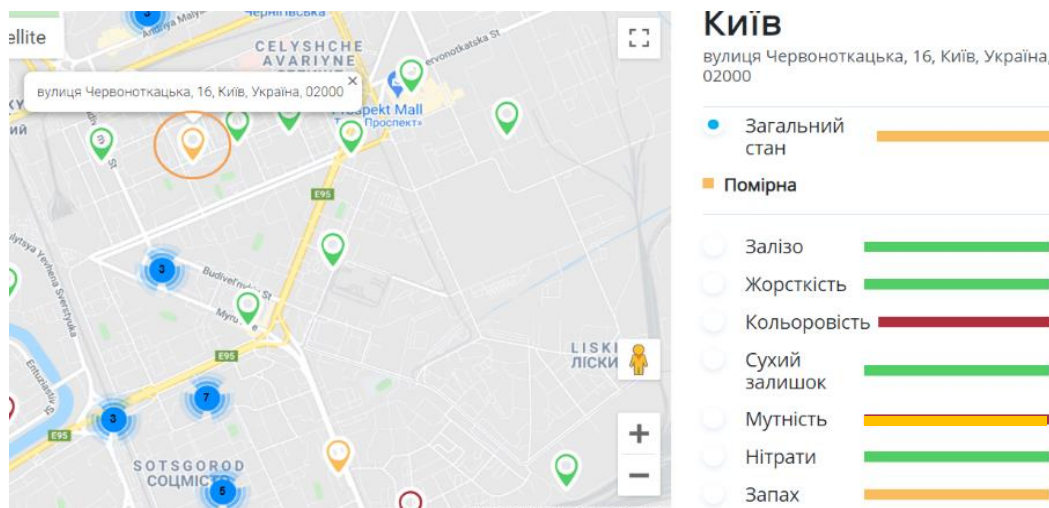


Перевищення санітарно-гігієнічних норм за показниками кольоровості, мутності та запаху.

Стан води – брудна. Є небезпечною для здоров'я, та потребує очищення.

Трубопровід, який розташований по вулиці Червоноткацька.(рис. 3.8) [17].

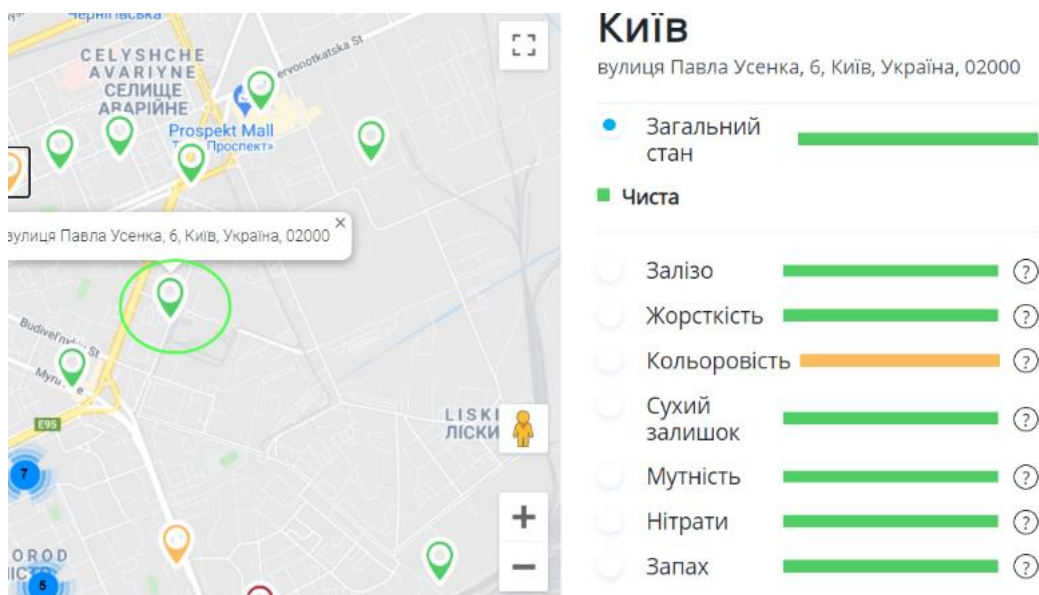
Рис. 3.8



Показники мутності, запаху – помірні. Є перевищення за показником кольоровості. Загальний стан забруднення визначено як – помірне, і вода не придатна до вживання і потребує очищення.

Трубопровід на вулиці Павла Усенка.(рис. 3.9) [17].

Рис. 3.9



Чиста вода. Придатна до вживання.

Кольоровість води в даній місцевості – помірна.

Розглянемо карту якості води у місті Київ в загальному вигляді.

Для зручності порівняємо два райони Оболонський та Солом'янський. (рис.

3.10, 3.11) [17].

Рис. 3.10

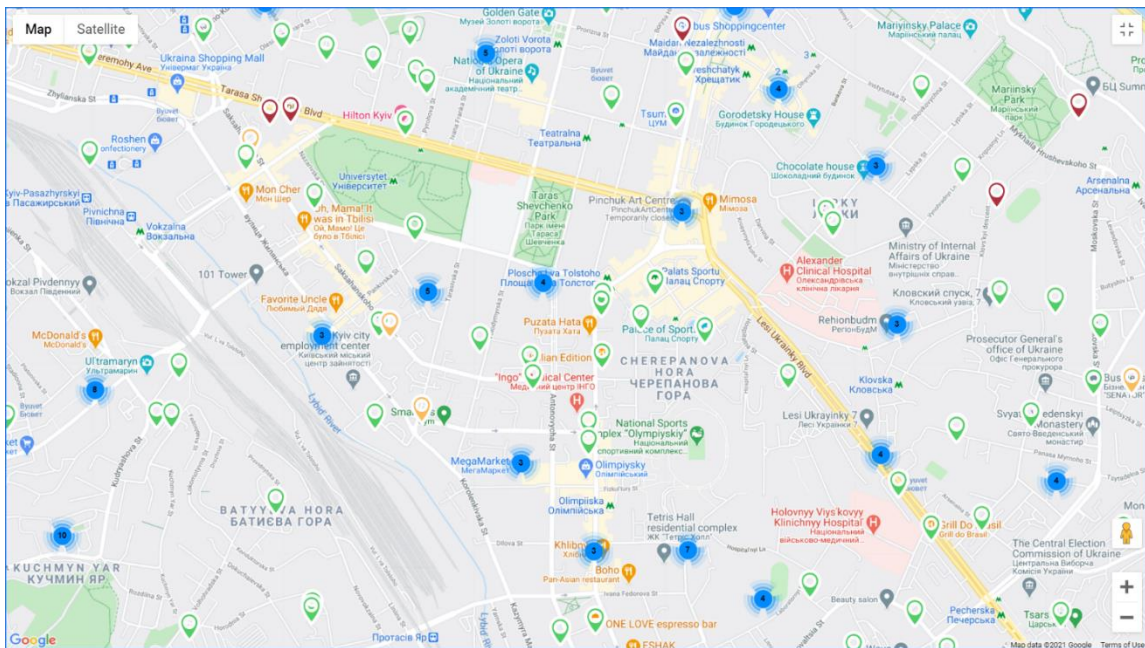
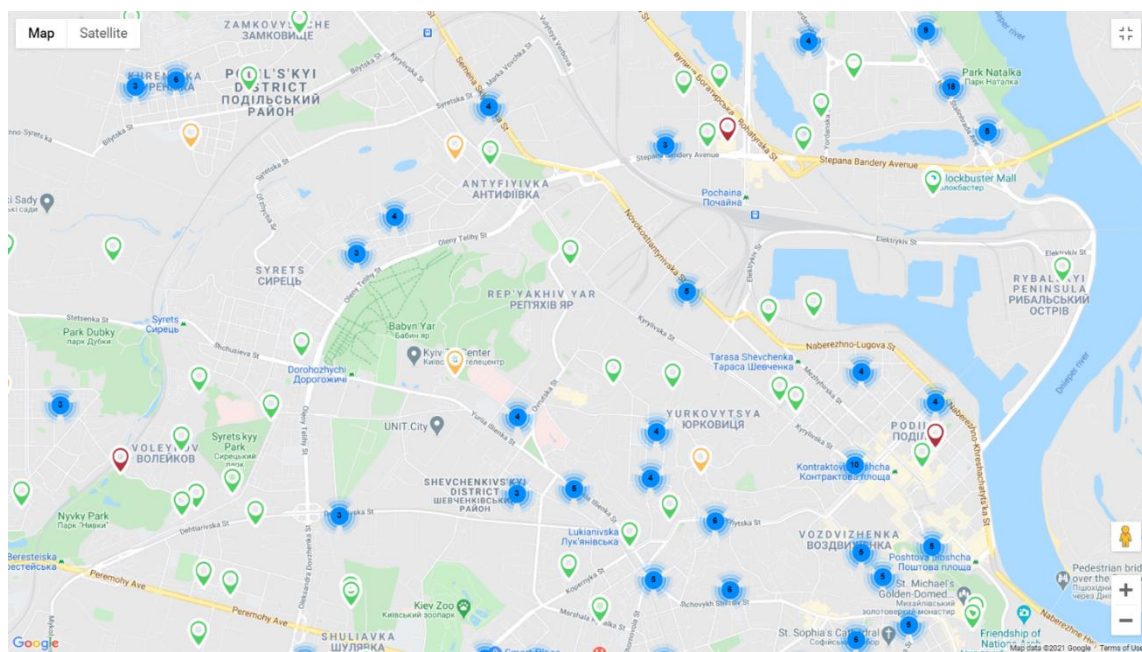


Рис. 3.11



Можемо побачити, що позначки зеленого кольору, що вказують на характеристику води як – чиста, переважають. В основному така вода є придатною для вжитку.

Але було виявлено, що деякі параметри, навіть з позначкою якості «чиста», мають певні відхилення, та не повністю відповідають санітарно-гігієнічним нормам. В більшості випадків це параметри кольоровості та мутності.

При наявності органічних сполук у воді, може з'являтися кольоровість, вода набуває жовтого відтінку та в'язучого присмаку, а при хлоруванні утворюються канцерогенні хлорорганічні продукти.

Органічні речовини можуть бути штучного та природного походження. До штучних органічних сполук відносять миючі засоби, масла, пестициди, добрива, промислові та побутові стоки. Органічні речовини природного походження – бактерії та продукти їх життєдіяльності [25].

Мутність, зазвичай, з'являється у воді при наявності завислих частинок (іржі, мулу, піску). Це призводить до швидкого зносу та засмічення побутових приладів, появи брудних плям та розривів на сантехніці та кухонному обладнанні, і появи різних відкладень в трубопроводах.

При підвищеному показнику вмісту заліза вода набуває металевого присмаку і бурого кольору. Утворюються іржаві плями на сантехніці та з'являється корозія у трубопроводах [26].

Такий вміст заліза негативно впливає на якість напоїв та їжі.

При регулярному вжитку води з високим вмістом заліза, виникають проблеми зі здоров'ям. Залізо накопичується у печінці та порушують її роботу, ризик розвитку інфаркту стає вищим і можуть розвинутися хронічні хвороби травного тракту.

Якщо розклядати показник якості запаху, то при перевищеному його значенні, вода має виражений хлорний запах.

Сполуки хлору призводять до запалення слизових оболонок, подразнюють органи дихання та шкіру, також хлорорганічні сполуки мають канцерогенні та мутагенні властивості, є ризик виникнення захворювання шлунковокишкового тракту, нервової та серцево-судинної системи.

Можемо зробити висновок, що оцінка якості води в районах Києва, за пробами води, які були представлені лабораторією Ecosoft, в цілому – безпечна. Але при довгому її використанню та вжитку, така вода може призвести до негативних наслідків здоров'я.

Ми маємо можливість розглянути на діаграмі середні показники аналізів води, де показано співвідношення проб води задовільної якості (жовтий та зелений колір) до проб води, що за нормативними документами - не задовільняють (червоний колір), зокрема ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»(таб. 2.4) [10].

Таб.2.4



За показниками діаграми, ми бачимо що в основному показники задовільняють вимоги до питної води, за винятком показника кольоровості, сухого залишку, загальної жорсткості, лужності та вмісту калію.

## Висновок

Отже, в даному розділі ми розглянули деякі джерела водопостачання та можемо зробити висновок, що більшість вод вимагають допоміжної очистки для того щоб задовільнити всі вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 (ДСанПіН 2.2.4-400-10) «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Так, наприклад, дослідження показали що річки Сіверський Донець та Бахмут не відповідають фізико-хімічним показникам за нормативами, і мають велику різницю за складом від Десни, Дністер та Дніпро. В цих ріках більшість показників задовільняють вимоги ДСанПіН, окрім показників кольоровості та каламутності.

Аналізуючи показники свердловинних та криничних вод таакож були виявлені деякі проблеми. Наприклад води колодязя який розташований в Києво-Святошинському р-ні має підвищений вміст домішок, який спричиняє появи колірності, каламутності та окислюваність. Щодо свердловинних вод, то свердловини які розташовані Київській області, відповідають нормативним параметрам. Лише одна свердловина у Київській області має підвищену лужність.

Також була проведена оцінка питних вод в м. Києві по деяким районам. Було виявлено що параметри кольоровості і мутності не відповідають санітарно-гігієнічним нормам, та присутня висока концентрація заліза, яка не задовільняє параметрам.

Проблематика якості водопровідної води у Києві першочергово пов'язана з обладнанням по очищенню води і вторине забруднення, яке спричиняється рухом по застарілим трубам, які мають потребу у оновлені.

# РОЗДІЛ III

## СУЧАСНІ МЕТОДИ КОРИГУВАННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПИТНОЇ ВОДИ

### **1. Технологічні процеси та споруди для очищення природних вод**

Дуже складно уявити собі сучасне життя українського суспільства без доступної питної води. У всіх містах, селищах будь-якої області України існує централізоване водопостачання та водовідведення. Ми звикли що вода яка тече із крану начебто прозора, не має запаху, і в цілому складається враження що вона безпечна для вжитку. Хоча, на якість води ми звертаємо увагу лише тоді коли із крану почне текти руда «іржава» вода, або коли ми відчуваємо специфічний запах. Та чи багато людей цікавляться та знають які етапи проходить вода, перед тим як потрапити до наших стаканів?

Очищення води для господарсько-побутових потреб здійснюється на водоочисних станціях. Від якості води та її призначення, залежить спосіб і метод очищення. Перед тим як подати воду у водогін з неї вилучають колоїдні завислі частинки, знебарвлюють та знезаражують її, також можуть дезактивувати, пом'якшати чи дегазувати, якщо є потреба. Прояснення води, тобто вилучення завислих колоїдних часток, досягається відстоюванням, фільтруванням та коагуляцією. Процес знезараження проходить за допомогою дії озону, рідкого хлору або хлорного вапна. Разом із знезараженням відбувається процес знебарвлення. Якщо вода потребує пом'якшення то в дію вступає вапно яке впливає на надлишок солей магнію та кальцію. Цей метод називається – реагентним, тобто вода пропускається через іонітні фільтри катіонітовим методом пом'якшення. За допомогою аерації відбувається зменшення вмісту заліза, так вода збагачується повітрям, внаслідок чого кисень повітря окислює розчинені у воді солі двовалентного заліза ( $Fe^{2+}$ ) до тривалентного ( $Fe^{3+}$ ). За допомогою аерації відбувається дегазація та фільтрування води через шар

активного оксиду амонію. Це допомагає виділити з води сірководень метан, вуглекислих та інших газів, надлишок фтору. Дегазація відбувається за участі активованого вугілля, озону, діоксиду хлору або перманганату калію, це дозволяє позбутися речовин, що надають воді неприємного смаку і запаху.

За визначенням водоочищення або природної води – це спосіб оброблення природної води, з метою підвищення її якості для водопостачання, яке відбувається за участі хімічних, механічних біологічних та фізичних методів. Вимоги і нормативи які ставляться для якості води, пов'язані і залежать від її призначення: для господарсько-питного водопостачання, промислових цілей або енергетичних установок [33].

Вище ми вже визначили, що найголовніщі прийоми у очищенні природної води – це:

- прояснення
- знебарвлення шляхом відстоювання
- фільтрування, знезаражування, пом'якшення, опріснення.

Комплекс методів очищення природної води з метою використання у промисловості називають – водопідготовкою. У процесі водоочищення використовують дизенфекційні та реагентні установки, відстійники, змішувачи, прояснювачи, контактні градильні та інше. Всі ці пристрої, обладнання та споруди які приймають участь у процесі очищення природної води входять до складу комплексу водопостачання.

Водопідготовка – термін який здається зрозумілим і простим. Але при цьому він охоплює доволі не малу кількість шляхів і завдань. На сьогоднішній день водопідготовка має велике значення. Вона повинна бути комплексною, високоефективною та професійною. Може включати в себе цілий перелік водоочисних технологій. Воду можуть очищати від радіоактивних забруднень, від заліза, можуть покращувати її смакові та ароматичні характеристики,

пом'якшувати її, знезаражувати, зменшувати в ній концентрацію пестицидів тощо.

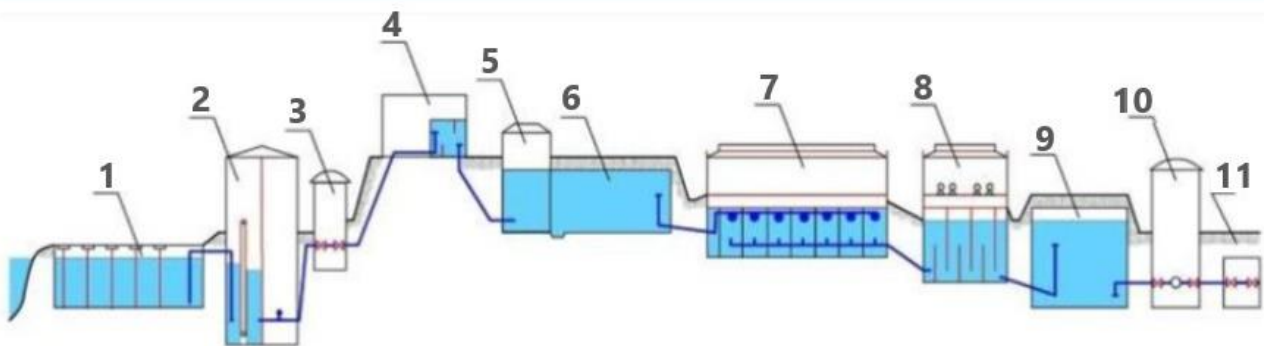
Природна вода може надходити з будь-яких джерел: озер, річок, ґрунтових вод. І системи водоочищення можуть експлуатуватися як у місті так і за його межами. Головною ціллю є те, щоб вода до споживача надходила відмінної якості та відповідала всім стандартам, вимогам та нормам.

Розглянемо системи очищення поверхневих вод на прикладі Дніпровської станції водопідготовки. Станція була збудована у 1939 році. Її робоча продуктивність складає приблизно 600 тис.м<sup>3</sup>/добу. Дніпровська станція водопідготовки подає питну воду для таких Київських районів як: Поділ, Оболонь, Виноградар та деяку частину вулиць, що простягаються вздовж оркувної дороги.

Схема роботи Дніпровської станції водопідготовки (рис. 3.1) [10].

Рис.3.1

## Дніпровська станція очистки води



1 - водозабірні ковші;  
2 - насосна станція першого підйому;  
3 - камера переключень;  
4 - блок змішувачів;  
5 - камери реакцій;

6 - горизонтальні відстійники;  
7 - фільтри;  
8 - озонаторна;  
9 - резервуар чистої води;  
10 - насосна станція другого підйому;  
11 - камери переключень

Збір води відбувається за допомогою водозаборних ковшів прямо із Дніпра (мал. 1) Знаходиться водозабір біля острова, який зветься «Великий», місце де проходить сполучення Десни та Дніпра В Оболонському районі [29]. На вході в систему, встановлені спеціальні решітки, які допомагають відсіяти габаритне сміття. Також є додаткова функція ультразвукового випромінювання, яка допомагає відлякувати рибу, та особлива система вентиляції, що наче «відштовхує» великі згустки водоростей та масляні плями.

(Мал.1)



Станції підйому води виконують роль відкачування води на споруди очистки. Самі ж насоси встановлені під землею, а їх великі та шумні машини – двигуни, знаходяться на поверхні (мал.2). На першому етапі підйому відбувається хлорування води. Такий спосіб допомагає знезарадити воду перед тим як подавати її в систему, виділити частину органічних речовин, і запобігати заростанню ємнісного обладнання водоочисних систем.

(Мал.2)



Наступний етап – змішування з реагентами. Спочатку вода надходить в блок змішування (4, на рис. 12), там відбувається дозування певних реагентів які називають коагулянтами. Вони спричиняють притягання зважених часток забруднень. Сполуки алюмінію є найпоширенішим коагулянтом. Маса коагулянтів які застосовується складає приблизно 40 тон на добу. Саме це є причиною перевищення ГДК алюмінію у водопроводі води яку отримують з поверхневих джерел. Існує ще одна речовина – флокулянт, яку додають у воду. Це полімерні акрилати та кремнієві кислоти. Ці речовини також допомагають у зв'язуванні дрібних часток, але не електростатичним шляхом, а за допомогою створення полімерних містків. Це допомагає у зборі і органічних речовин, які спричиняють появі кольоровості води. Саме результат роботи цих внесених речовин, допомагає «склеювати» дрібні частки, що далі призводить до їх укрупнення і відповідно збільшення швидкості осідання.

Після змішування води з реагентами, вода прямує до горизонтальних відстійників (мал.3). Конструкція відстійника схожа на прямокутні басейни. На Дніпровській станції їх 9. Необхідна кількість відстійників визначається продуктивністю і самими розмірами, тому їх може бути різна кількість.

(Мал.3)



Наступний етап – фільтрація. Цей етап починається з блоку швидких фільтрів, на вигляд це резервуари які заповнені піском, Підчас фільтрування утворюються

отвори, що формуються їх гранулами. Це допомагає у затримці часток розмірами понад 10 - 30 мкм.

Далі вода переходить на блок, де відбувається – озонування. Озонування забезпечує освітлення та знезараження води. Цей етап проходить за допомогою барботажних камер (мал.4). В камерах вода насичується бульбашками кисню та озону, в процесі окиснення руйнуються молекули органічних речовин і мікроорганізмів.

(Мал.4)



Після озонування вода переходить у резервуар-накопичувач, де відбувається останній етап водопідготовки – знезараження. На дніпровській станції для знезараження води використовують – метод хлорування. Після цього насосною станцією вода подається в мережу водопроводу.

Треба розуміти, що на таких великих станціях водопідготовки як Дніпровська чи Деснянська, ведеться постійний контроль якості води, лабораторією. Цього не скажеш про інші населені пункти, особливо якщо розглядати ситуацію в маленьких містечках.

## 2. Класичні методи водопідготовки

Існують різні способи очистки води. Для того щоб розуміти який спосіб очистки краще обрати, необхідно дізнатися від чого воду доведеться очищати. Дізнатися про це можна за допомогою бактеріологічного та хімічного аналізів. Але як правило можна обійтися і без них, і застосувати комплексну очистку. У більшості випадків, слід зазначити, найкращий спосіб отримання чистої та якісної води – це доочищення за допомогою фільтрів. А підхід у поєднанні комплексів очисти може надати відміну якість питної води.

Отже, розглянемо найпоширеніші способи очистки води.

### 1. Механічна фільтрація.

Механічне очищення води вважається найпростішим шляхом очищенням води. Так наприклад на Дніпровській станції водопідготовки фільтрація за допомогою піску, відноситься до механічного способу очистки. Тобто уловлювання частинок нерозчинних речовин забезпечується за допомогою різниці в розмірах самих часток і каналів фільтру, через які протікає вода, яка повинна очиститися. Вода проходить, наче, через своєрідне сито.

Для прикладу, якщо колонка буде заповнена активованим вугіллям з діаметром гранул 0,1-1мм, то така фільтрація здатна ефективно затримувати частки приблизно такого самого розміру. Більшість нерозчинних часток у воді мають менший розмір (0,1-20 мікрон). Але при механічному фільтруванні не можлива очистки від мікроорганізмів, так як їх розмір 0,4-3 мікрони [34].

Спосіб механічного очищення особливо актуальний при зборі води поверхневих джерел: озер, річок і тд.

### 2. Іонний обмін.

Іонний обмін – певний випадок сорбції іонів (заряджених частинок), коли при поглинанні одного іона відбувається вихід іншого іона у розчин, який є складником сорбенту. Таким чином, на сорбенті фіксується цей іон. Як результат

маємо «заміщення» одних іонів, назвемо їх «шкідливими», на інші іони «нешкідливі».

Іоніти (сорбенти, що працюють за таким механізмом, або їх ще називають іонообмінним матеріалом), здатні виділяти з води розчині солі, способом заміщення їх на інші. Наприклад, солі магнію, або кальцію заміщуються на солі натрію.

Зазвичай, іонний обмін, в процесі водоочищення, необхідний для видалення в рідині катіонів важких металів, як наприклад – свинцю. Так як, подібні речовини можуть призвести до серйозних порушень в організмі людини.

Також якщо існує надмірний вміст іонів кальцію чи магнію, використання іонітів допомагає у пом'якшенні води.

### 3. Зворотній осмос.

Зворотній осмос – це метод очищення питної води шляхом зворотноосмотичних мембран. Такий спосіб очищення відбувається за допомогою пропускання води через мембрану («сито»), рідина проходить через пори, але розчинені в ній домішки не проходять [35]. Що правда, подібна установка не пропускає ніяких домішок, ні корисних, ні шкідливих.

Вода яка отримана за допомогою систем зворотного осмосу має високу якість очистки, її навіть можна порівняти з дистильованою. Навіть одновалентні іони, як приклад, іони хлору та натрію, можна видалити з води за допомогою системи зворотного осмосу.

Низькомолекулярну високолетючу органіку типу хлороформу та бактерій, мембрана затримати не може, тому установки зворотного осмосу обов'язково повинні містити активоване вугілля.

Очищення такою установкою, надає воді стабільної якості. Але також такий спосіб має певні негативні нюанси. В першу чергу, висока вартість самих систем зворотного осмосу. Також, вони мають не високу продуктивність, близько 20-25 літрів на добу. Тому у деяких випадках, є необхідність у встановленні ємності для

накопичення. По-третє, вода, перед зворотноосмотичною мембраною, повинна пройти механічну фільтрацію. Після такої очистки, рідина стає занадто чистою, не містить необхідних мікроелементів для організму, що призводить до необхідності додавати їх окремо. І п'ята негативна риса очищення за допомогою зворотного осмосу – це те, що до 50-70% води що очищається в дренажах – скидається. Таким чином споживач, на виході, має лише 25-30% чистої води.

Однак, не всі сучасні системи зворотного осмосу є дорогими у обслуговуванні і навіть не всі потребують великий бак, який стоїть окремо. Звичайно, такі системи мають відмінність в залежності від моделі, виробника, можуть відрізнятися розмірами, об'ємом концентрату з домішками, що надходить у дренаж, та швидкістю роботи. Мембранні фільтри, є ефективним варіантом для домашньої очистки питної води, вони не тільки усувають проблеми боротьби із накипом, а й допомагають виділяти шкідливі домішки нітритів та нітратів, які не піддаються сорбції.

#### 4. Дистиляція.

Дистиляція вважається менш поширеним видом очищення питної води. Під час дистиляції, вода у системах спочатку випаровується, а потім конденсується. Тобто, це процес очищення, який проходить за рахунок випаровування рідини з конденсацією пари у подальшому. Під час цього проходить поділ багатоконпонентних рідин на фракції. Вони відрізняються за складом, конденсації утворених парів та шляхом часткового випаровування суміші [36].

За допомогою дистиляції можна розділити рідину та тверді розчинники у ній або рідин які мають сильну різницю у температурі кипіння. Дистильована вода – доволі чиста, але сам процес дистиляції є доволі дорогим.

Навіть у системі дистиляції повинно міститися активоване вугілля, так як такий спосіб вилучення низькомолекулярної органіки є найкращим.

## 5. Сорбція.

Сорбція – процес поглинання з рідини або газу домішок, за допомогою твердих тіл, яких називають сорбентами.

Процес очищення сорбційним методом виглядає таким чином, що газ або рідину, яку необхідно очистити, пропускають через посудину заповнену сорбентом – сорбційний фільтр [37]. Видалення з рідини або газу шкідливих домішок за допомогою сорбції, є ефективним та якісним, якщо режим фільтрації та сорбент обрані правильно. Подібним принципом працюють фільтри для води та протигази.

Насамперед сорбційні фільтри – це вугільні фільтри. Найбільш широко використовуваним сорбентом – є активоване вугілля, яке виробляється мільйонами тон на рік. Його застосовують для видалення домішок які мають різну хімічну природу, вважається універсальним сорбентом.

Не все активоване вугілля підходить для високоякісного очищення питної води. Не мало важливу роль грає розмір вугільних гранул та їх походження.

### 3. Коригування складу питної води мінералами (шунгіт, цеоліт, граніт)

При хлоруванні та проходженні водою шлях по трубопроводу, вона втрачає свою структуру. Також хлорування призводить до негативних наслідків на здоров'я за рахунок накопичення речовин які збільшують ризик захворюваності.

Існують наукові дослідження певних мінералів, які можуть бути використані в якості адаптації води до ідеальної якості. Мінерали шунгіту, цеоліту та граніту використовують як комплексну технологію для підготовки води.

Основна задача цих мінералів, в якості водопідготовки – це наблизити воду до природної якості, за допомогою впливу на структуру розбавлених розчинів, а саме процесів іонообміну, фільтрації та сорбції [38].

Першим, розглянемо природний мінерал – шунгіт. Корисні властивості шунгіту визначені присутністю в ньому молекул фулеренів. Мінерал можна використовувати для водопідготовки завдяки високій активності вуглецю в окисно відновних процесах.

Ззовні шунгіт – це суцільний мінерал чорного кольору з блиском, або сірого графітного кольору з дрібнозернистим або раковистим зламом (мал. 5).



Мал. 5. Природний мінерал – шунгіт

Молекули фулерени – порожнисті, кулясті, симетричні, схожі на замкнуті опуклі багатогранники атомів вуглецю (мал.6). Фулеренова молекула характеризується високою симетрією і стабільністю.

Мал.6



Процес окиснення активізується за рахунок ненасичених зв'язків вуглецю фулеренів. Тому згорання харчових речовин у клітинах людського організму, за наявності шунгіту – збільшується. Для людини недоокислені до CO<sub>2</sub> рештки органічних сполук, несуть особливу небезпеку, тому властивості шунгіту в таких випадках проявляють антиоксидантні властивості [39]. Також породи шунгіту можуть поглинати та нейтралізувати електромагнітні випромінювання високих та надвисоких частот.

Шунгіт є ефективним для видалення хлороганічних сполук з водопровідної води, які мають канцерогенні властивості. Він здатний корегувати іонний склад металів, за рахунок обміну катіонів, у воді що пройшла підготовку на центральній станції. Мінерал здатний видаляти органічні та неорганічні речовини (пестициди, нафтопродукти, спирти, смоли, ПАР та ін.) Також покращує якість вод які проходять шлях по старих трубах водопроводу, які можуть зазнавати корозії, забруднення мікроорганізмами та вмістом залізобактеріями. Має здатність дезінфікувати.

Для того щоб корегувати мінеральний склад води шунгітом, необхідно дотримуватися вірного співвідношення к-сті води та шунгітового щебню при

настоюванні, а також промивати мінерали проточною водою і користуватися прозорим скляним посудом.

Завдяки фізико-хімічним властивостям, шунгіт наближає воду до природного стану, та має здатність корегувати склад водного розчину.

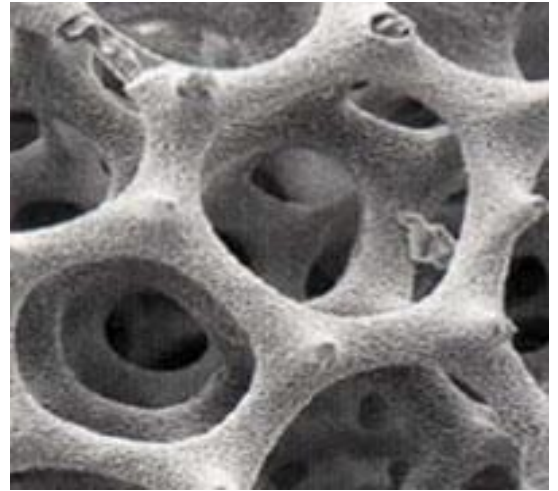
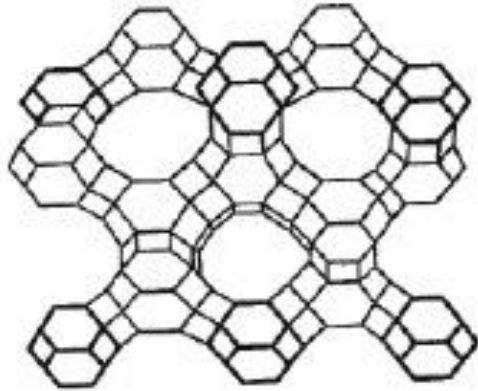
Наступний мінерал – цеоліт.

Цеоліт можна використовувати як одну із стадій водопідготовки. Він має унікальні молекулярно-ситові іонообмінні властивості. З грецької мови «цеоліт» - означає «киплячі». За походженням – це екзогенні, гідротермальні мінерали. За кольором цеоліти часто білі, безбарвні або прозорі, рідко зустрічаються коричневі, червонуваті або зеленуваті кристали. (мал. 7)



Мал. 7. Природний мінерал - цеоліт

Цеоліт нерозчинний у воді, лугах, кислотах та органічних розчинниках. Витримує температуру до 500 °С. Природний цеоліт вважається молекулярним ситом, він має мікропори з розмірами 2,6–8 Å [39].



Мал. 8. Кристалічна структура цеоліту

Найвизначальніша особливість цеолітів – це системи пустот в їх структурі і каналів, зайняті молекулами води і крупними іонами, які мають значну свободу руху, це призводить до оборотної дегідратації та іонного обміну, які можуть складати займати приблизно 50% загального об'єму мінералу, що безумовно надає цінність цеоліту як сорбенту.

У нагрітому цеоліти вода почне випаровуватися, якщо мінерал позбавлений води, він являє собою мікропористу губку, кількість пор в якій становить половину всього каркаса цеоліту. Така «губка» є активним адсорбентом, так як має діаметр отворів від 0,2 до 1 нанометрів.

Цеоліт має іонообмінні та молекулярно-ситові властивості, тобто даний мінерал може вбирати різні шкідливі частки, при цьому, виділяючи корисні речовини. Він сприяє виділенню з води шкідливих елементів, важких металів, нафтопродукти, пестициди, органічні забруднювачі, віруси. Також цеоліт понижує хлорид-іонну концентрацію, видаляє солі які надають воді жорсткості, тим самим пом'якшують воду.

Граніт. Цей мінерал має свої корисні властивості завдяки наявності радону у своєму складі, який і є діючим фактором даного мінералу.

Існує багато різних гранітів, всі вони дуже схожі між собою, так як більше ніж на 85% складаються з однакових часток плагіоклазу, калішпата та кварцу. І вже потім в невеликій к-сті додаються магнезійнозалисті силікати, які в різних варіаціях надають більшої різноманітності видів граніту.

Були проведені певні дослідження щодо процесів впливу граніту на розбавлений водний розчин (питна вода). Були взяті 16 показників для природного джерела та криниці з гранітами, одного водоносного горизонту.

Результати дослідження – таб. 3.1

Таб. 3.1

№	Показник и	Одиниця вимірювання	21.04.22		19.05.22		23.06.22	
			Колод .	Джерел	Колод.	Джерел	Колод.	Джерел
1	Каламут.	Мг/дм <sup>3</sup>	прозор	прозор	прозор	прозор	прозор	прозор
2	Колірність	Град.	8	10	-	-	-	-
3	РН		7.3	6.56	6.66	7.03	6.62	7.0
4	Лужність	Мг/дм <sup>3</sup>	161.57	396.4	375.14	143.33	375.15	140.2
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	2.57	6.4	6.14	2.33	6.15	2.2
5	Сульфати	Мг/дм <sup>3</sup>	73.62	107.2	72.0	49.3	72.10	48.0
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	1.53	2.23	1.5	1.03	1.5	1
6	Хлориди	Мг/дм <sup>3</sup>	16.3	89.12	13.32	57.7	43.5	11.5
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	0.46	2.51	0.375	1.623	1.23	0.32
7	Жорсткість	Мгекв/дм <sup>3</sup>	4.45	8.2	7.4	3.5	4.8	3.5

Продовження таб. 3.1

8	Магній	Мг/дм <sup>3</sup>	15.2	20.67	17.02	8.51	32.82	9.12
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	1.25	1.7	1.4	0.7	2.7	0.75
9	Кальцій	Мг/дм <sup>3</sup>	64.13	128.24	122.24	58.11	42.1	57.11
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	3.2	6.4	6.2	2.8	2.1	2.86
10	Залізо	Мг/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
11	Нітрати	Мг/дм <sup>3</sup>	38.0	16.7	21.3	41.64	21.3	34.25
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	0.61	0.27	0.35	0.68	0.34	0.6
12	Нітрити	Мг/дм <sup>3</sup>	-	0.72	6.33	0.68	0.1	-
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	-	0.02	0.07	0.01	0.001	-
13	Азот амонійний	Мг/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
14	Окиснюв.	мгО/дм <sup>3</sup>	3.52	2.72	2.54	2.82	2.3	2.0
15	Мінераліз	Мг/дм <sup>3</sup>	314.57	641.65	453.49	335.1	507.09	245.34
16	Натрій+ Калій	Мг/дм <sup>3</sup>	18.45	78.66	19.8	47.71	101.7	13.11
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	0.802	3.42	0.87	3.05	4.72	0.56

Продовжується робота цілорічних досліджень процесів впливу граніту на питну воду в природніх умовах на базі діючих джерел з етапу використання та корегування питної води для споживання. (таб. 3.2)

Таб. 3.2

№	Показники	Од. вимір.	20.07.22		23.08.22		21.09.22	
			Колод.	Джерел	Колод.	Джерел	Колод.	Джерел
1	Каламутн.	Мг/дм <sup>3</sup>	прозор	прозор	прозор	прозор	прозор	прозор
2	Колірність	Град.	-	-	-	-	-	7
3	РН		6.7	6.6	6.9	6.6	7.2	6.8
4	Лужність	Мг/дм <sup>3</sup>	155.6	375.3	143.33	384.2	155.56	384.3
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	2.6	6.15	2.33	6.2	2.56	6.3
5	Сульфати	Мг/дм <sup>3</sup>	67.8	84.2	59.2	92.7	53.6	72.3
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	1.42	1.75	1.22	1.92	1.12	1.5
6	Хлориди	Мг/дм <sup>3</sup>	12.43	48.3	9.76	93.2	10.65	86.98
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	0.35	1.36	0.27	2.63	0.3	2.45
7	Жорсткість	Мгекв/дм <sup>3</sup>	4.1	7.2	3.5	8.7	4.1	8.5
8	Магній	Мг/дм <sup>3</sup>	10.9	14.6	1.4	7.2	13.4	24.32
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	0.9	1.2	0.12	0.59	1.1	2.01
9	Кальцій	Мг/дм <sup>3</sup>	64.12	122.22	58.13	140.28	60.1	132.5
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	3.1	6.3	2.9	7	3	6.61
10	Залізо	Мг/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
11	Нітрати	Мг/дм <sup>3</sup>	42.1	16	34.8	21	40.8	18.4
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	0.68	0.26	0.56	0.34	0.66	0.3
12	Нітрити	Мг/дм <sup>3</sup>	0.02	0.15	0.015	0.2	0.02	0.1
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	0.0004	0.003	0.0003	0.004	0.0004	0.002
13	Азотамоні йний	Мг/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
		Мгекв/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-

14	Окиснюв.	мгО/дм <sup>3</sup>	3.6	2.46	3.27	2.62	3.21	2.3
15	Мінераліз.	Мг/дм <sup>3</sup>	298.5	525.43	274.31	628.34	269.23	571.24
16	Натрій+	Мг/дм <sup>3</sup>	23.1	52.65	21.15	59.82	12.21	44.48
	Калій	Мгекв/дм <sup>3</sup>	1	2.29	0.92	2.6	0.53	1.93

Насичення води радіоактивним газом радоном, є головним діючим фактором граніту, який проходить в кристалічну решітку мінералу в результаті радіоактивного розпаду і випромінює  $\alpha$ -промені. Так як радон хімічно інертний, він легко покидає кристалічну решітку неруйнуючі її і проходить у воду. Радонові води найчастіше використовують інтенсивністю 740, 1470 інколи 2960 Бк·дм<sup>3</sup>. Після двох годин потрапляння радону в організм, він виводиться, а ще через пару годин виводяться дочірні продукти, але на протязі цього часу в органах та шкірі виникає стан іонізації тканинної рідини в результаті  $\alpha$ -опромінення, яка може змінити інтенсивність та спрямованість біохімічних процесів, які запускають механізми відновлення порушених функцій тканин і органів людини.

Отже, вплив радонової води, несе позитивний вплив на організм людини, а тому можна зробити висновок, що використання граніту є доцільним для корегування властивостей питної води і наближення її якості до природної.

#### **4. Коригування фізико-хімічного складу питної води баромембранними методами.**

Сутність та значення питної води – є однією з важливих тем проблем екології – здоров'я людини і екобезпеки життєдіяльності. Тема яка активно обговорюється на всіх рівнях наукової громадськості та літературі, але також вимагає розгляду з точки зору фізичних, хімічних та фізико-хімічних властивостей, якісного і кількісного складу компонентів які мають природне походження та ті що з'явилися в результаті науково-технічного прогресу.

Підготовка питної води – це комплекс процесів для усунення впливу на систему водних розчинів, яке формувалося на протязі століть і може вирішуватись на дослідженнях складних багатокомпонентних систем (питну воду), які включають органічну, неорганічну складову і зважені частки, включаючи колоїдного ступеня дисперсності [40].

В якості підготовки питної води розглянемо мембранні технології. Це різновид технологічних принципів та процесів організацій і відтворення процесів розділення речовин за допомогою мембран. Мембрана – напівпроникна перегородка, через яку відбувається масоперенесення яке спричинене дією різноманітних рушійних сил. Процес розділення, найчастіше, пов'язаний з градієнтами тиску, концентрацією або поєднанням декількох факторів одночасно. У багатьох галузях промисловості та побуті, часто почали зустрічатися використання баромембранних методів.

Баромембранні методи, в процесі підготовки питної води, визнані як ефективні, економічно привабливі та технологічні способи очистки. Мембрана є головним зовнішнім чинником, вона допомагає у корегуляції якісного та кількісного складу водних розчинів. Мембрани повинні відповідати фізико-хімічним властивостям та селективності, до певних компонентів, особливо таким як  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{K}^{+}$ , а в деяких випадках і навіть до індивідуальних компонентів.

На початку, баромембранні процеси використовували для розділення, обезсолення та очистки води. Тому процес їх розвитку полягав у тому щоб урахувати необхідність вирішення конкретних задач, з розв'язанням яких буде створено типорозмірний ряд мембран. На фундаменті цього повинна бути створена функціонально поетапна та багатостадійна технологія для підготовки питної води. Основні стадії – це:

- Корегування неорганічного складу,
- Корегування органічного складу,
- Стадія біологічної та енергетичної адаптації до значень і норм, які відповідають якості питної води.

Існують прилади які дають можливість вивчати як баромембранні процеси можуть впливати на якісний та кількісний склад води, склад води яка обробляється від джерел водопостачання, структуру і селективність мембран, досліджувати процеси з одно- і багатокомпонентними системами, і визначати результати які можуть допомогти у вдосконаленні теорії зворотноосмотичних процесів та вимог що до їх ефективного використання.

Прилад доволі зручний у роботі, можна проводити експерименти змінюючи інтервал визначальних параметрів – тиск, концентрація, селективність мембрани, а також досліджувати процеси зворотного і прямого осмосу. Головною проблемою при розширенні та вдосконаленні використання баромембранних процесів при корегування питної води і інших джерел водопостачання, які мають підвищені значення концентрації – є одна із основних задач теорії електролітів – теоретичний розрахунок коефіцієнтів активності, який дає можливість теоретично їх розраховувати і використовувати при розрахунках баромембранних процесів і апаратів згідно з наступною функціональною залежністю:  $a_s = \gamma \cdot c_s$ , де основною величиною є коефіцієнт активності  $\gamma$  [24 – 26], на практиці визначається за допомогою експериментів та подається у вигляді таблиці для певних компонентів.

Коефіцієнт активності – зв’язує реальну концентрацію електроліту з його термодинамічною активністю. Здійснено теоретичний розрахунок для коефіцієнтів активності розчинених електролітів, що є найпоширенішими у природних водах (формула 1). [41]

$$\gamma = \exp \left( - \frac{1}{kT} \sum_i \frac{z_i^2 e^2 k a_i}{8\pi \epsilon \epsilon_0 a_i (1 + k a_i)^2} \frac{n_i}{n_i + n_j} - \frac{1}{kT} \sum_j \frac{z_j^2 e^2 k a_j}{8\pi \epsilon \epsilon_0 a_j (1 + k a_j)^2} \frac{n_j}{n_i + n_j} \right) \quad (1)$$

де:  $k$  – постійна Больцмана,  $\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ;  $T$  – абсолютна температура,  $\text{К}$ ;  $z_i$  – валентність  $i$ -го іона;  $z_j$  – валентність  $j$ -го іона;  $e$  – елементарний заряд,  $\text{Кл}$ ;  $k$  – дебаєвський радіус екранування,  $\text{м}$ ;  $\epsilon_0$  – діелектрична стала,  $\frac{\text{Ф}}{\text{м}}$ ;  $\epsilon$  – діелектрична проникність води;  $a_i$  – радіус  $i$ -го іона,  $\text{м}$ ;  $a_j$  – радіус  $j$ -го іона,  $\text{м}$ ;  $n_i$  – число іонів сорту « $i$ -го», на які розклалася молекула електроліту;  $n_j$  – число іонів сорту « $j$ -го», на які розклалася молекула електроліту.

Дебаєвський радіус екранування, що є невід’ємною складовою при розрахунках коефіцієнтів активності, розраховується за формулою 2 [41]:

$$d^2 = \frac{F^2 z^+ z^- (z^+ + z^-) c_0}{\epsilon \epsilon_0 R T}, \quad \kappa = \frac{1}{d} \quad (2)$$

де:  $F = 96485,3399 \frac{\text{Кл}}{\text{моль}}$  – стала Фарадея;  $z^+$ ,  $z^-$  – валентності;  $c_0$  – концентрація електроліту,  $\frac{\text{моль}}{\text{дм}^3}$ ;  $\epsilon_0 = 8,85418 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$  – діелектрична стала;  $\epsilon = 78,8$  – діелектрична проникність для води;  $R = 8,31441 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$  – газова стала;  $T = 273 + 25^\circ\text{C} = 298 \text{ К}$  – абсолютна температура.

Для кращого розуміння значення дебаєвського радіусу екранування для розчинів електролітів, наведено в таб. 3.3, що розраховуються за ф-лою 2, для яких проводився розрахунок коефіцієнтів активності. У таб. 3.4 наведені теоретично розраховані коефіцієнти активності в порівнянні з експериментально

визначеними, для практичного використання при розрахунках баромембранних процесів [41].

Таб. 3.3.

**Значення дебаєвського радіусу екранування  $\kappa$  розчинів електролітів**

Електроліт	Розраховане значення $\kappa$ , (нм) для концентрацій електролітів, моль/дм <sup>3</sup>							
	0,0001	0,001	0,01	0,1	0,5	1,0	2,0	4,0
NaCl	30,40	9,640	3,040	0,964	0,431	0,304	0,215	0,152
KCl	30,40	9,640	3,040	0,964	0,431	0,304	0,215	0,152
CaCl <sub>2</sub>	17,60	5,560	1,760	0,556	0,248	0,176	0,124	0,088
MgCl <sub>2</sub>	17,60	5,560	1,760	0,556	0,248	0,176	0,124	0,088
ZnCl <sub>2</sub>	17,60	5,560	1,760	0,556	0,248	0,176	0,124	0,088
CdCl <sub>2</sub>	17,60	5,560	1,760	0,556	0,248	0,176	0,124	0,088
AlCl <sub>3</sub>	12,44	3,935	1,244	0,393	0,176	0,124	0,088	0,062
CrCl <sub>3</sub>	12,44	3,935	1,244	0,393	0,176	0,124	0,088	0,062
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	17,60	5,560	1,760	0,556	0,248	0,176	0,124	0,088
Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	17,60	5,560	1,760	0,556	0,248	0,176	0,124	0,088

Значення коефіцієнтів активності  $\gamma$  для водних розчинів електролітів

Електроліт	Розраховане значення $\gamma$ для концентрацій, моль/дм <sup>3</sup> (довідникове)							
	0,0001	0,001	0,01	0,1	0,5	1,0	2,0	4,0
NaCl	0,988 (-)	0,964 (0,965)	0,898 (0,874)	0,753 (0,778)	0,619 (0,681)	0,569 (0,657)	0,530 (0,668)	0,508 (0,783)
KCl	0,988 (-)	0,964 (0,966)	0,899 (0,901)	0,760 (0,770)	0,640 (0,651)	0,598 (0,604)	0,571 (0,573)	0,561 (0,577)
CaCl <sub>2</sub>	0,960 (-)	0,885 (0,840)	0,704 (0,580)	0,428 (0,518)	0,281 (0,448)	0,248 (0,500)	0,235 (0,792)	0,241 (0,890)
MgCl <sub>2</sub>	0,960 (-)	0,884 (-)	0,698 (-)	0,404 (0,528)	0,234 (0,497)	0,189 (0,569)	0,162 (1,051)	0,152 (5,530)
ZnCl <sub>2</sub>	0,960 (-)	0,884 (-)	0,700 (-)	0,411 (0,515)	0,248 (0,380)	0,207 (0,339)	0,184 (0,289)	0,179 (0,307)
CdCl <sub>2</sub>	0,960 (-)	0,884 (-)	0,703 (-)	0,424 (0,228)	0,274 (0,114)	0,238 (0,067)	0,223 (0,044)	0,227 (0,030)
AlCl <sub>3</sub>	0,919 (-)	0,771 (-)	0,471 (-)	0,154 (-)	0,051 (0,313)	0,034 (0,539)	0,025 (2,536)	0,022 (-)
CrCl <sub>3</sub>	0,919 (-)	0,772 (-)	0,474 (-)	0,161 (-)	0,060 (0,300)	0,042 (0,481)	0,034 (-)	0,033 (-)
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,960 (-)	0,884 (-)	0,699 (-)	0,406 (0,522)	0,236 (0,465)	0,192 (0,536)	0,165 (0,835)	0,155 (2,59)
Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,960 (-)	0,884 (-)	0,700 (-)	0,413 (0,530)	0,251 (0,467)	0,210 (0,533)	0,187 (0,814)	0,182 (2,30)

Різниця між довідниковими значеннями та теоретично розрахованими значеннями коефіцієнтів активності для водних розбавлених розчинів електролітів, роз'яснюється тим що при теоретичному розрахунку враховані всі параметри процесів, які протікають, а коефіцієнти активності які були визначені експериментально, не можуть відповідати такій точності.

Для створення основних теоретичних засад баромембранних процесів, необхідно проведення певного ряду системних досліджень. Для прикладу, в якості мембран були використані прилади американо-формату фірми Filmtec типу

TW30-1812-50 (зворотноосмотична мембрана для домашніх фільтрів очистки води, з селективністю  $\phi=98\%$ , з робочим тиском до 2,0 МПа, максимальний тиск – 6 МПа, матеріал – поліамід), та фірми Koch Membrane Systems типу TFC-ULP 4“ (зворотноосмотична мембрана низьких тисків, робочий тиск – 0,6-1,1 МПа, максимальний тиск – 2,3 МПа, матеріал – поліамід) німецького виробника.

Для дослідження були встановлені механізми з основною функцією підготовки питної води із заданим кількісним і якісним складом і співвідношеннями компонентів. Механізм баромембранних процесів, який був взятий для дослідження, (рис. 3.5 [42]). має прикладений тиск в якості рушійної сили баромембранних процесів. А зарахунок своєї унікальної селективності, мембрана видаляє компоненти і створює опір фільтрації.



Рис. 3.5 Механізм процесів у системі «вода джерел водопостачання – мембрана – водний розбавлений розчин (питна вода)»

- A – зовнішній чинник-мембрана. Корегування водного розбавленого розчину.
- 1 – 2 – селективна основа баромембранних процесів:
  - 1 – поверхневий шар води, що втратила свою властивість розчинності;
  - 2 – поліамідний шар з водою, що втратила свою властивість розчинності, в об’ємі мембрани.
- 3 – 4 – часткові процеси селективної основи баромембранних процесів.
- 4 – 6 – фільтраційна основа баромембранних процесів:
  - 3 – шар полісульфону на поверхні підложки;
  - 4 – шар полісульфону в об’ємі підложки;
  - 5 – 6 – процес фільтрації і, як результат, вихід водного розбавленого розчину – питної води

Експериментальні дослідження були проведені на прикладі реальних вод таких джерел водопостачання як: річки Дніпра та Десни, які пройшли очистку на станції водопідготовки, та кринична вода (таб. 3.5).

Таб. 3.5

**Зміна показників води різних джерел водопостачання з часом  $\tau$  після зворотного осмосу**

Показники	Вода р. Дніпра мембрана Filmtec, тиск P=18 атм				
	Вихідна вода	Проби після зворотного осмосу			
		1	2	3	4
Водневий показник pH	<b>8,12</b>	6,73	6,73	6,76	6,78
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>201,3</b> <b>(3,3)</b>	39,04 (0,64)	41,5 (0,68)	53,68 (0,88)	53,68 (0,88)
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>39,04</b> <b>(0,81)</b>	20,0 (0,41)	20,0 (0,41)	24,8 (0,51)	24,8 (0,51)
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>22,4</b> <b>(0,63)</b>	14,2 (0,4)	14,2 (0,4)	15,62 (0,44)	15,62 (0,44)
Жорсткість загальна, мг-екв/дм <sup>3</sup>	<b>3,9</b>	0,73	0,73	0,8	0,8
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>12,16</b> <b>(1,0)</b>	4,98 (0,41)	4,98 (0,41)	5,35 (0,44)	5,35 (0,44)
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>58,1</b> <b>(2,9)</b>	6,4 (0,32)	6,4 (0,32)	7,21 (0,36)	7,21 (0,36)
Fe <sup>3+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>0,23</b> <b>(0,012)</b>	0,08 (0,004)	0,03	0,02	0,02
Окислюваність (KMnO <sub>4</sub> ), мг/дм <sup>3</sup>	<b>2,4</b>	1,76	1,28	1,36	1,84
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	<b>232,6</b>	65,2	66,3	79,8	79,8

Продовження таб. 3.5

Показники	Вода р. Десни мембрана Filmtec, тиск P=18 атм				
	Вихідна вода	Проби після зворотного осмосу			
		1	2	3	4
Водневий показник pH	<b>8,6</b>	6,2	6,12	6,0	6,0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>264,3</b> <b>(4,3)</b>	48,8 (0,8)	48,8 (0,8)	48,8 (0,8)	48,8 (0,8)
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>104,0</b> <b>(2,16)</b>	56,0 (1,16)	56,0 (1,16)	56,0 (1,16)	68,7 (1,43)
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>28,4</b> <b>(0,8)</b>	14,2 (0,4)	14,2 (0,4)	14,9 (0,42)	14,9 (0,42)
Жорсткість загальна, мг-екв/дм <sup>3</sup>	<b>6,0</b>	0,53	0,60	0,60	0,66
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>29,2</b> <b>(2,4)</b>	4,0 (0,33)	4,62 (0,38)	4,62 (0,38)	5,22 (0,43)
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>72,1</b> <b>(3,6)</b>	4,0 (0,2)	4,4 (0,22)	4,4 (0,22)	4,64 (0,23)
Fe <sup>3+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>0,01</b>	0,06	0,03	0,01	0,01
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>7,5</b> <b>(0,12)</b>	6,0 (0,08)	6,0 (0,08)	6,0 (0,08)	6,0 (0,08)
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>0,04</b>	0,03	0,02	0,02	0,02
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>0,28</b> <b>(0,015)</b>	0,15 (0,008)	0,15 (0,008)	0,15 (0,008)	0,15 (0,008)
Окислюваність (KMnO <sub>4</sub> ), мг/дм <sup>3</sup>	<b>2,0</b>	2,0	1,36	0,96	0,96
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	<b>373,7</b>	108,84	109,8	110,5	124,04

Показники	Вода колодезя мембрана Filmtec, тиск P=22 атм				
	Вихідна вода	Проби			
		1	2	3	4
Водневий показник рН	<b>8,2</b>	7,1	7,33	7,56	7,6
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>222,65</b> <b>(3,65)</b>	32,94 (0,54)	35,38 (0,58)	39,04 (0,64)	68,32 (1,12)
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>50,4</b> <b>(1,05)</b>	36,8 (0,76)	36,8 (0,76)	42,3 (0,88)	42,3 (0,88)
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>15,89</b> <b>(0,44)</b>	14,2 (0,4)	14,2 (0,4)	14,2 (0,4)	14,2 (0,4)
Жорсткість загальна, мг-екв/дм <sup>3</sup>	<b>4,8</b>	0,56	0,64	0,72	1,08
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>9,73</b> <b>(0,8)</b>	4,25 (0,35)	4,25 (0,35)	4,37 (0,36)	4,8 (0,4)
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>80,16</b> <b>(4,0)</b>	4,25 (0,21)	5,81 (0,29)	7,21 (0,36)	13,6 (0,68)
Fe <sup>3+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>Відс.</b>	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>Відс.</b>	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>Відс.</b>	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	<b>Відс.</b>	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.
Окислюваність (KMnO <sub>4</sub> ), мг/дм <sup>3</sup>	<b>2,0</b>	2,2	1,8	1,6	1,6
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	<b>271,63</b>	76,0	78,7	87,6	113,4

Використання баромембранних процесів для підготовки питної води, має деякий ряд недоліків, які повинні враховуватися у конкретних випадках використання цих методів і процесів.

1. Підчас реалізації баромембранних методів для корегування складу води з використанням сучасних апаратів і мембран, які використовуються на локальному рівні, разом з корегуванням загальної концентрації базових параметрів питної води Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, проходить зміна у співвідношенні крмпрентів, наприклад Mg<sup>2+</sup>: Ca<sup>2+</sup> =1:2 до 2:1, при цьому в значенні кількості Mg<sup>2+</sup> повинен видалятися до нульових значень, а за нормативами вони повинні бути Ca<sup>2+</sup>=25 – 75 мг/дм<sup>3</sup>, Mg<sup>2+</sup>=10 – 50 мг/дм<sup>3</sup>.

2. Також суттєвим недоліком є дія цих процесів і відповідних мембран на рН показник, значення якого знижується до 6,0 – 6,5, при нормативному 6,5 – 8,5.

Для рішення цих проблем необхідно вирішити певні задачі:

- Створити та розробити типорозмірний ряд відповідних мембран та розділення стадій зворотнього осмосу на окремі етапи, в тому числі і на ті,

які можуть забезпечувати підтримку рН водних розбавлених розчинів у межах 7,7 – 8,3.

- Встановлення індивідуального контролю параметрів із сигналами або зверненням до відповідних організацій, які могли б робити аналіз і висновки у момент пуску баромембраної установки в період експлуатації.
- Вирокістання спеціальних фільтрів для корегування рН з необхідними сорбентами.
- Сучасні обладнання та мембрані технології потребують облаштування приладами для контролю концентраційних значень базових компонентів і їх співвідношення.

3. При виконанні баромембранних процесів була виявлена проблема вимивання органічних речовин з шарів мембран в розбавлений водний розчин що оброблюється і підтверджується підвищенням значень перманганатної окислюваності в перших пробах експериментів. Для вирішення цих нюансів необхідно:

- Використовувати або синтезувати полімери в процесі створення і синтезу композиційних полімерних мембран, що мають високу стійкість до розчинення у воді
- Перед тим як використовувати мембрани в баромембраному процесі промити її водою температурою 22-25 °С, паралельно контролюючи зниження концентрації речовин, які вимиваються з мембран.

4. Підлягають контролю і причини нестаціонарної дії апаратів, однією з яких може стати нерівномірність розподілу властивостей по поверхні мембрани. Рішення цієї проблеми має бути вдосконалення існуючих технологій створення мембран і особливо виготовлення їх на основі нових полімерів, які стійкі для водних розчинів.

## 5. Недоліки застосування зворотноосматичних установок.

Як нам вже відомо, показники якості та безпечності водопостачання повинні відповідати всім вимогам ДСанПіН 2.2.4–171–10 [5].

Мережі що постачають воду на ввіді водопроводу в споруду, будівлю, житловий будинок, навчальний заклад, заклад охорони здоров'я, підприємства громадського харчування та харчової промисловості, готелів можуть мати індивідуально встановлені пристрої (установки) доочищення води, з метою покращення її якостей для споживання.

У готелях які мають 4 та 5 категорію застосування даних установ є обов'язковим (п. 6.1). Вказано що в спорудах чи будівлях (таких як на прикладі готель 4 категорії) повинні бути передбачені системи для додаткового очищення питної води, яка також доводить мінеральний склад до необхідних норм згідно з допустимим вмістом мінеральних речовин для здоров'я па потреб організму людини, вони наведені в додатку 4 ДСанПіН 2.2.4–171–10.

На сьогоднішній день зворотноосматичний спосіб доочистки води – є досить популярним методом. Багато компаній які постачають та займаються розробкою обладнання з водоочистки, випускають як промислові системи зворотного осмосу так і побутові.

Наприклад в м. Київ водопровідні водив готелі 4-ї категорії, корегують кількісний і якісний склад води методом зворотного осмосу.

Зворотноосматичні системи, спочатку були розроблені для снесолення солоних та солонуватих вод (мінералізація який  $> 1000$  мг/дм<sup>3</sup>), очистки стічних вод, підготовки високочистої води для промислових операцій.

Перевагою зворотного осмосу для цих цілей є те, що процеси протікають без змін агрегатного стану води, що спричиняє визначенню технологічної ефективності та привабливості зворотноосматичних установ, та не можуть конкурувати з класичними методами підготовки вод.

Якщо розглядати зворотноосматичні установки які використовуються у побуті, а точніше ті які корегують склад води що вже пройшла підготовку на станціях централізованого водопостачання (мінералізація водопровідної води <1000 мг/дм<sup>3</sup>), піднімається ряд проблем які пов'язані з відбитком на здоров'я людини та екобезпеку життєдіяльності.

Під час процесу зворотного осмосу є можливість одразу видаляти не лише солі та деякі речовини, які знаходяться в іонізованому стані, але і речовини органічного походження, бактерії, віруси, колоїди (розміри частинок яких 0,0002-0,001 мкм; робочий тиск від 0,55 МПа).

Мамбрани – основний елемент, який визначає ефективність роботи зворотноосматичних установ для рішення цілого спектру задач, в тому числі і водопідготовки. На світовому ринку представлені різні варіанти установ які працюють при (до 1,5 МПа), середньому (2,5–3,0 МПа) і високому (понад 3,0 МПа) тисках і мають різні технічні та фізико-хімічні характеристики.

Для комерційного ринку головним комплектуючим елементом є картриджі (мембрани), базою чого є багат шарові полімерні композитні мембрани виробництва, в основному, ФРН (фірми Koch Membrane Systems), Кореї (фірми SAENAN), США (Filmtec, фірми DOW Chemical).

Отже, продуктивність та якість води, яка пройшла процес підготовки зворотноосматичною установкою, визначає такі фізико-хімічні властивості мембрани, як розмір пор, структура, проникність, селективність.

В готелі м. Києва були проведені аналізи вихідної водопровідної води, що виконані санітарно-епідеміологічною станцією (таб. 3.6 [43]).

Порівняння концентрації показників водопровідної води її значеннями світових нормативних документів

Показники якості води	Одиниця вимірювання	Досліджувана вода (водопровідна вода в готелі м. Києва)		ДСанПІН 2.2.4-171-10 (Україна) [2]	Environmental Protection Agency – EPA (США) [3]	Нормативи МОЗ на питну воду (Україна) [4]	Директива Ради ЄС 98/83 [5]	Показники фізіологічної повноцінності мінерал складу питної води (Україна) [2]
		Виконавець – міська СЕС, від 14.11. 013 р.	Виконавець – Моргітана Environmental Laboratory 290,09 LLC, від 17.12.13р.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Органолептичні показники</i>								
Запах	Бали	2,0	-	2,0	3,0			-
Присмак	Бали	1,0	-	2,0				-
Каламутність	мг/дм <sup>3</sup>	<0,58	-	1,0	0,5-1,0	5,0 (1,0)	4,0	-
Колірність	град	18,0	-	20,0	15,0	15,0		-
<i>Загальні фізико-хімічні показники</i>								
Водневий показник рН		7,75	7,11	6,5-8,5	6,5	6,5-8,5	6,5-8,5	-
Загальна мінералізація (сухий залишок)	мг/дм <sup>3</sup>	290,0	348,0	1000 (1500)	500	1000	1500	200-500
Загальна жорсткість	мг-екв/дм <sup>3</sup>	4,8	-	7,0 (10,0)	-	-	1,2	1,5-7,0
Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	18,47	34,1	250 (500)	250	250	250	-
Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	20,0	24,9	250 (350)	250	250	250	-
Окислюваність перманганатна	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	5,04	-	5,0	-	-	5,0	-
Лужність загальна	мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	4,0	-	-	0	-	30,0	0,5-6,5
<i>Неорганічні речовини (пріоритетні)</i>								
Алюміній <sup>4+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	0,094	0,32	0,2 (0,5)	0,2	0,2	0,2	-
Барій	мг/дм <sup>3</sup>	-	н/в	-	2,0	0,7	0,1	-

Продовження таб 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Берилій	мг/дм <sup>3</sup>	-	н/в	0,0002	0,004	-	-	-
Залізо	мг/дм <sup>3</sup>	0,109	0,05	0,2 (1,0)	0,3	0,3	0,2	-
Кадмій	мг/дм <sup>3</sup>	-	н/в	-	0,005	0,003	0,005	-
Калій	мг/дм <sup>3</sup>	-	4,0	-	-	-	12,0	2-20
Кальцій	мг/дм <sup>3</sup>	74,15	84,0	-	-	-	100,0	25-75
Магній	мг/дм <sup>3</sup>	13,38	10,0	-	-	-	50,0	10-50
Марганець	мг/дм <sup>3</sup>	<0,01	0,021	0,05 (0,5)	0,05	0,5 (1,0)	0,05	-
Мідь	мг/дм <sup>3</sup>	<0,001	н/в	1,0	1,0	2,0 (1,0)	2,0	-
Нікель	мг/дм <sup>3</sup>	-	н/в	0,02	-	0,02	0,02	-
Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	11,07	1,6	50,0	44,0	50,0	50,0	-
Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	0,39	н/в	0,5	3,3	3,0	0,5	-
Азот амонійний	мг/дм <sup>3</sup>	0,15	0,32	0,5	-	1,5	0,5	-
Натрій	мг/дм <sup>3</sup>	-	12,7	200,0	-	200,0	200,0	2-20
Селен	мг/дм <sup>3</sup>	-	н/в	0,01	0,05	0,01	0,01	-
Срібло	мг/дм <sup>3</sup>	-	н/в	-	0,1	-	0,01	-
Фториди	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,2	0,7-1,5	2,02-4,0	1,5	1,5	0,7-1,2
Хлор зв'язаний	мг/дм <sup>3</sup>	0,94	-	1,2	-	-	-	-
Хром	мг/дм <sup>3</sup>		н/в	0,05	-	0,05	0,05	-
Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	0,03	0,01	-	5,0	-	5,0	-
<i>Мікробіологічні показники</i>								
Загальне число бактерій	КУО в 1см <sup>3</sup>	0	-	0	0	0	0	-
Число бактерій групи кишкових паличок	КУО в 1дм <sup>3</sup>	В 100 см <sup>3</sup> н/в	-	0	0	0	0	-
Число термостабільних кишкових паличок	КУО в 100 см <sup>3</sup>	E. coli в 100 см <sup>3</sup> н/в	-	0	-	0	0	-
Число патогенних мікроорганізмів (ентерокок)	КУО в 1дм <sup>3</sup>	В 100 см <sup>3</sup> н/в	-	0	0	0	0	-
Число колифагів	БУО в 1дм <sup>3</sup>	-	-	0	-	-	-	-

Результати наведені в таблиці 3.6 є порівнянням з світовими діючими показниками якості на питну воду. Україна (2), США (3), нормативи МОЗ України (4), нормативи Ради Європейського Союзу (5), а також з показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води.

Порівняння вказує на те, що якість досліджуваної води відповідає значенням ДСанПіН 2.2.4-171-10, що діє на території України.

Наш досліджуваний готель має 4-ту за класифікацією категорію, що передбачає встановлення, в обов'язковому порядку, установи доочистки питної води. Була запропонована зворотноосмотична установка яка має продуктивність роботи 2,1-3,0 м<sup>3</sup>/год і мембранним елементом Filmtec XLE 440 (8"), що виготовлені компанією DOW Chemical (США).

В процесі демінералізації зворотний осмос ділить воду на два потоки: пермеат (демінералізовану воду) яка поступає в бак-накопичувач, та концентрат (вода з підвищеним солевмістом,) що скидається в каналізацію.

Установка має важливу характеристику, вона має 99,6% ступінь очистки води, тобто на виході, вода за своїм якісним і кількісним складом відповідає дистильованій.

Експериментально перевіримо дослідження зміни концентрації фундаментальних компонентів водопровідної води, що пройшла очистку через зворотноосмотичну установку (таб. 3.7 [39]).

Таб. 3.7

Показники якості води	Одиниця вимірювання	Вихідна вода (водопровідна вода м. Києва)	Вода після зворотного осмосу P = 18 атм, мембрана Filmtec (США)	Селективність мембрани φ, %
Каламутність	мг/дм <sup>3</sup>	0,58	Відс.	100
Колірність	град	18,0	Відс.	100
Водневий показник рН		7,75	6,43	-
Лужність (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	244,0 (4,0)	48,8 (0,8)	80,0
Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	18,47	13,85	25,0
Хлориди (Сl <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	20,0	10,2	50,0
Жорсткість загальна	мг-екв/дм <sup>3</sup>	4,8	0,53	90,0
Магній (Mg <sup>2+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	13,38	3,3	75,0
Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	74,15	4,0	94,5
Залізо (Fe <sup>3+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	0,109	0,03	70,0
Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	11,07	8,85	20,0
Нітриди (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	0,39	0,29	25,0
Азот амонійний (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	0,15	0,08	46,0
Перманганатна окислюваність (KMnO <sub>4</sub> )	мг/дм <sup>3</sup>	5,04	6,24	-
Натрій (Na <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	12,7	0,13	99,0
Калій (K <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	0,04	99,0
Мінералізація загальна	мг/дм <sup>3</sup>	290,0	65,4	77,5

За результатами представленими в табл. 3.7 значення колірності та каламутності води змінилися після зворотного осмосу до 0. Такий показник ряду органічних речовин (запах, колірність, присмак) може ефективно коригуватися фільтрами основою яких є фктивоване вугілля, що значно поступається зворотному осмосу з точки зору економічного критерія.

Після зворотного осмосу змінилося значення рН з 7,75 до середнього значення 6,3, це вказує на отримання води з підкисленим середовищем. Підтвердженням також є пониження загальної лужності із значення 4,0 мг-екв/дм<sup>3</sup> до значення 0,8 мг-екв/дм<sup>3</sup> після зворотного осмосу.

Важливість рН полягає в підтриманні балансу внутрішніх рідин. Кислотно-лужний баланс – певна пропорція лугів та кислот, що спричиняє нормальну роботу організму. Цей баланс залежить від збереження стабільного співвідношення між міжклітинними та внутрішньоклітинними водами в тканинах організму. Якщо буде істотно порушена кислотно-лужна рівновага рідин, нормальне функціонування організму людини стане неможливим.

$\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$  – є важливими та фундаментальними показниками для здоров'я людини. Для нормального функціонування людського організму концентрація

$\text{Ca}^{2+}$  в питній воді повинна бути в між значеннями 25,0–75,0 мг/дм<sup>3</sup>, а  $\text{Mg}^{2+}$  – 10,0–50,0 мг/дм<sup>3</sup>. Також для цих компонентів є важливим їх співвідношення, яке становить 2:1 відповідно.

За допомогою отриманих значень, можемо зборити висновок, селективність мембран для  $\text{Ca}^{2+}$  становить 95%, по відношенню до  $\text{Mg}^{2+}$  – 75%, і їх співвідношення зрівнялося як 1:1, що вказує на порушення норми.

При тривалому вжитку води з нестачею кальцію чи магнію, порушуються робота серця, м'язів, виникають проблеми з міцністю кісток, розвивається гіпертонія, судоми, хвороби шкіри, мозку і тд. Наприклад нестача магнію у дітей призводить до таких хвороб як рахіт, тремок, загальмованість.

Аналізуючи показник хлора, можемо побачити, що мембрана частково пропускає молекули, і це пояснюється значенням розмірів молекул води (0,3 нм) і молекул хлору (0,37 нм), (мембрані пори не більші за розміри молекул води, і це спричиняє до затримання гаближених за розміром молекул і відсіювання більших молекул.

Дизенфекція питної води за допомогою хлорування, вже багато років вважається прийнятною, але вживання води з канцерогенами, які утворюються в наслідок такої дизенфекції підвищує ризик захворювань раком серед тих хто п'є хлоровану воду на 92% вище ніж серед тих хто вживає воду, де хлор відсутній.

Також при підготовці питної води за допомогою зворотноосмотичної установки, можемо помітити збільшене значення перманганатної окислюваності води на виході. Це є результатом вимивання органічних речовин з шарів мембрани, щовходять в її складові (мембрана складається з ароматичних поліамід (ПА) та полісульфон (ПС)). Також головним недоліком поліамідів є їх чутливість до вільного хлору, який спричиняє руйнування амідної групи. Хоч і плівки з таких матеріалів мають доволі велику товщину, а товсті плівки призводять до зниження швидкості масопереносу, тобто до пониження продуктивності установок зворотноого осмосу.

Перманганатна окислюваність обумовляє підвищене значення органічних речовин, що призводить до негативного впливу на нирки, печінку, репродуктивну функцію, а також на імунну та нервову системи.

Бачимо, що селективність мембран по відношенню до таких показників як  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  низька та складає 20, 25 і 45% відповідно.

Нітрати, потрапляючи в організм можуть викликати токсичний нефрит, набряк легенів і гепатит. При довгому вжитку питної води яка містить нітрати погіршується функція крові, підвищується метгемоглобін, також є вигогідність виникнення злоякісних пухлин.

Нітрити – перетворюються в організмі на нітрозосполуки, канцерогени які є причиною появи і розвитку раку легенів та печінки.

А високий вміст азоту амонійного при тривалому вжитку викликає хронічний ацидоз і зміни в тканинах.

Такі компоненти як питної води як натрій і калій є важливими для підтримки необхідного рівня екобезпеки життєдіяльності і здоров'я людини. Вони необхідні для правильної роботи нервових закінчень, передачі нервових імпульсів та для засвоєння певних поживних речовин. При нестачі натрію відбувається порушення кислотно-основної рівноваги, а при дефіциті калію ризик появи

порушень обмінних процесів підвищується, та призводить до збою скорочення серцевих м'язів.

За результатами зміни концентрації компонентів після зворотного осмосу (таб. 3.7), бачимо, майже повне видалення цих важливих компонентів для організму.

## Висновок

Отже, можемо зробити висновок щодо використання установок зворотного осмосу для підгоовки питноїводи.

1. Під час доочистки, вода на виході майже демінералізована. При цьому з води вилучаються навіть житєво необхідні організму елементи.

Тому після зворотноосматичної очистки, необхідно встановити стадію для збагачення види корисними мінералами, що може складати додаткові технологічні та економічні затрати.

2. Зменшується значення рН показника. Що призводить не тільки до порушень в організмі людина, а й спричиняє корозію металу.

3. Шари мембрани, які зроблені з органічних полімерів, в процесі зворотного осмосу, вимивають органічні речовини, тому необхідно передбачити допоміжну стадію для усунення цих речовин, наприклад іонообміні фільтри, чи фільтри на основі активованого вугілля.

4. Так як мембрана зворотного осмосу має невисоку селективність до певних однозарядних іонів (нітрати, нітрити, азот амонійний, хлор), процес очистки потребує додаткової стадії очистки для цих елементів. Наприклад, фільтри на основі аніонообмінних смол.

За виявленням всіх недоліків зворотного осмосу, висновок їх роботи такий, при демінералізації солонуватої, морської чи для підготовки технічної води, зворотній осмос не має конкурентів в області водопідготовки. Але стосовно доочистки питної води, яка повинна відповідати своїм нормативним значенням, використання зворотноосматичних установок вказує на ряд вагомих і негативних наслідків, які повинні враховуватися як з боку безпеки для здоров'я людини, так і з економічно-технологічної точки зору.

## ВИСНОВКИ

Отже, головною метою проведення даної роботи був аналіз якості питної води на прикладі міста Київ, оцінка параметрів якості за нормативами, та дослідження ефективності деяких сучасних методів покращення та очистки питної води.

Було визначено, що жорсткість, лужність, органолептичні, гігієнічні та токсичні показники – це основні показники якості питної води. Вода може вважатися придатною для вживання тільки якщо вказані показники якості, що встановлені МОЗ, задовольняють норми. Вода, в організмі, як найголовніший компонент нашого тіла, відповідає за нормальне функціонування всіх органів, допомагає у засвоєнні та транспортуванні поживних речовин, процесах метаболізму та ін.

Існують певні стандарти якості, які були засновані Всесвітньою організацією охорони здоров'я. При проведенні багаторічних спостережень, було виявлено, що відхилення від цих норм, спонукає появі несприятливих короткострокових і довгострокових наслідки для здоров'я людини.

За допомогою досліджень фізико-хімічного складу різних джерел водопостачання України, можна зробити деякі висновки:

1. Річки Сіверський Донець та Бахмут не відповідають фізико-хімічним показникам за нормативами, і мають велику різницю за складом від Десни, Дністер та Дніпро. В цих ріках більшість показників задовільняють вимоги ДСанПіН, окрім показників кольоровості та каламутності.
2. Води більшості колодязів Київської області мають задовільну якість, окрім колодязя який розташований в Києво-Святошинському р-ні, він має підвищений вміст домішок, який спричиняє появі колірності, каламутності та окислюваність.

3. Сverdловинні води в інших областях України мають певні проблеми щодо якості води, а свердловинні води Київської області, окрім однієї, яка має підвищену лужність, задовольняють нормативним параметрам.

Також була проведена оцінка питних вод в м. Києві по деяким районам. Було виявлено що параметри кольоровості і мутності не відповідають санітарно-гігієнічним нормам, та присутня висока концентрація заліза, яка не задовільняє параметрам.

Проблематика якості водопровідної води у Києві першочергово пов'язана з обладнанням по очищенню води і вторинне забруднення, яке спричиняється рухом по застарілим трубам, які мають потребу у оновленні.

Для отримання відмінної якості питної води найкращим рішенням є встановлення допоміжних установ по очищенню води. За допомогою дослідження були виявлені позитивні та негативні якості використання таких установ доочищення як – зворотний осмос. Такі установи, і справді змінюють значення колірності та каламутності води до 0, та знижують показники мінералізації. Але разом з цим піднімається ряд проблем які пов'язані з відбитком на здоров'я людини та екобезпеку життєдіяльності.

Під час доочистки, вода на виході майже демінералізована. При цьому з води вилучаються навіть життєво необхідні організму елементи. Тому після зворотноосматичної очистки, необхідно встановити стадію для збагачення води корисними мінералами, що може складати додаткові технологічні та економічні затрати. Зменшується значення рН показника. Що призводить не тільки до порушень в організмі людини, а й спричиняє корозію металу. Існує потреба у додатковій стадії очистки для нітратів, нітритів хлору та азоту амонію.

Тобто на заключення, за виявленням всіх недоліків зворотного осмосу, висновок їх роботи такий: при демінералізації солонуватої, морської чи для підготовки технічної води, зворотній осмос не має конкурентів в області водопідготовки. Але стосовно доочистки питної води, яка повинна відповідати

своїм нормативним значенням, використання зворотноосматичних установок вказує на ряд вагомих і негативних наслідків, які повинні враховуватися як з боку безпеки для здоров'я людини, так і з економічно-технологічної точки зору.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mark R Riley. Biological approaches for addressing the grand challenge of providing access to clean drinking water / Mark R. Riley, Charles P. Gerba, Menachem Elimelech // Journal of Biological Engineering. – 2011. – 5:2.
2. <http://www.health-medix.com/articles/mistetzvo/2014-04-20/>
3. ЗАКОН УКРАЇНИ Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення {Абзац другий частини першої статті 1 із змінами, внесеними згідно із Законом № 2047-VIII від 18.05.2017}
4. Гапула О.В. Безпека життєдіяльності та проблеми і задачі забезпечення людини питною водою / О.В. Гапула, М.В. Камченко, О.П. Величенко, Я.М. Заграй // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. – 2008. – № 10. – С. 19 – 24. 3. Гончарук В.В. Кластеры и гигантские гетерофазные кластеры воды / В.В. Гончарук, В.Н. Смирнов, А.В. Сыроешкин, В.В. Маряренко // Химия и технология воды. – 2007. – Т. 29, № 1. – С. 3 – 17.
5. Успенская Е.В. Изучение структуры воды на субмолекулярном уровне для разработки новых методов стандартизации и контроля качества минеральных вод и жидких лекарственных форм: Дисс...кандидата хим. наук: 15.00.02 / Успенская Е. В. / Москва, 2007. – 150 с.
6. «Актуальні питання стану якості питної води»-Ю.Г. Бондаренко, М. В. Загородній, М.М. Олексієнко, С.В. Овчаренко-Черкаська облсанепідстанція, Черкаський державний технологічний університет, комунальне підприємство Черкаський водоканал, м. Черкаси
7. <https://www.worldometers.info/>
8. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»
9. <https://brovmedcentr.in.ua/2019/03/21>
10. <https://ecosoft.ua/blog>

11. Смирнов А.Н. Структура воды: гигантские гетерофазные кластеры воды / А.Н. Смирнов, В.Б. Лапшин, А.В. Балышев, И.М. Лебедев, В.В. Гончарук, А.В. Сыроешкин // Химия и технология воды. – 2005. – № 2. – С. 11 – 37.
12. <https://odesa.consumer.gov.ua/uk/131-voda-v-organizmi-lyudini-rol-i-vmist-2>
13. Погорелов М. В., Бумейстер В. И., Ткач Г. Ф. та ін. Макро- та мікроелементи (обмін, патологія та методи визначення). С., 2010;
14. [http://esu.com.ua/search\\_articles](http://esu.com.ua/search_articles)
15. <https://www.eden.com.ua/ua/stati/kak-opredelit-skolko-nuzhno-pit-vody/>
16. Кравченко М. В. Фізико-хімічний аналіз природної питної води різних джерел водопостачання / М. В. Кравченко – Київ, 2015 –№ 3. - С. 52 – 60.
17. <https://ecosoft.ua/water-map/>
18. <https://vodokanal.kiev.ua/yak%D1%96st-vodi>
19. Проблема пресной воды. Глобальный контекст политики России. – Москва: МГИМО-Университет, 2011. – С.4
20. Дефицит пресной воды: проблемы и способы решения — THE WALL (рус.), THE WALL.
21. Прокопов В. О. Оцінка якості питної води з підземних вододжерел України з погляду впливу на стан здоров'я населення / В. О. Прокопов, О. Б. Липовецька // Науковий вісник НМУ. – К., 2012. – Вип. 4. – С. 122–126.
22. A joint report by the twenty-three UN agencies concerned with fresh water. p. 140. Access mode:<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001297/129726e>
23. [https://www.lnu.edu.ua/life-safety/wp-content/uploads/2020/03/SG\\_SR-2\\_2020](https://www.lnu.edu.ua/life-safety/wp-content/uploads/2020/03/SG_SR-2_2020)
24. Брежнев, В.И. Охрана труда при эксплуатации систем водоснабжения и канализации/В.И. Брежнев, В.М. Трескунов.-М.: Стройиздат, 1983.-279 с.
25. Фирсов, А.И. Безопасность жизнедеятельности при эксплуатации сооружений водоподготовки/А.И. Фирсов. -Н. Новгород: ННГАСУ, 2005. -116 с.
26. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ)

27. Мала гірнича енциклопедія / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Донбас, 2007. — Т. 2 : Л — Р. — 670 с.
28. Довідник сучасних технологій з очищення природної і стічної води та обладнання / [І. В. Панасюк та ін. ; під заг. ред. І. В. Панасюка] ; Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. — Київ : Медінформ, 2016. — 245 с.
29. Водоочищення // Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. — Львів, 2010. — С. 54.
30. Фармацевтична енциклопедія / голова ред. ради та автор передмови В. П. Черних ; Нац. фармац. ун-т України. — 2-ге вид., переробл. і доповн. — Київ : МОРІОН, 2010. — 1632 с.
31. <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/>
32. Камченко М.В. Дослідження процесів в системі «напівпроникна мембрана - розчин» в технології підготовки питної води / М.В. Камченко, О.В. Гапула, О.П. Величенко, Я.М. Заграй // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. — 2007. — № 9. — С. 42 — 48.
33. Симонов И.Н. Самосогласованные ионные системы / И.Н. Симонов, Я.М. Заграй. — Киев: «Вища школа», 1992. — 120 с.
34. Симонов І.М. Континуальна теорія поля і фізико-хімія багатоконпонентних систем / І.М. Симонов, Я.М. Заграй // Вісті Академії інженерних наук України. — 1994 р. - №2. — С. 113 — 128.
35. Симонов И.Н. Континуальная электродинамика / И.Н. Симонов. — Киев, УкрИНТЭИ, 2001. — 256 с.
36. Гороновский И.Т. Краткий справочник по химии / И.Т. Гороновский, Ю.П. Назаренко, Е.Ф. Некряч. — Киев, 1987. — 833 с.
37. Гончарук В.В. Концепция выбора перечня показателей и их нормативных значений для определения гигиенических требований и контроля за качеством

- питьєвой воды в Украине / Гончарук В.В. // Химия и технология воды. – 2008. – ч. II, спец. выпуск. – С. 52 – 111.
38. Розробка умов, модифікація процесів та обґрунтування основ функціональної технології підготовки питної води і доведення її до еталонної якості, як основа здоров'я людини: Звіт про НДР (проміжний) № 2 ДБ-2011 / ДІЕК КНУБА. – № держреєстрації 0111U002225. – К., 2011. – 65 с.
39. Гвоздяк П.І. Методи водопідготовки: імперативи еволюції та біохімія води / П.І. Гвоздяк // Вісник НАНУ. – 2010, №2. – С. 14 – 17.
40. Мулдер М. Введение в мембранную технологию / М. Мулдер. – М.: Мир, 1999. – 513 с.
41. M. Kravchenko, Y. Berezhnytska, O. Hunchenko, L. Vasylenko, K. Naba. The theoretical calculation of activity coefficients in the use of baromembrane methods for water treatment. International Conference of Young Professionals «GEOTERRACE-2021». European Association of Geoscientists & Engineers. Source: Conference Proceedings, International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2021», Oct 2021, Volume 2021, p.1 – 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K3028>
42. Кравченко М.В. Нові погляди і обґрунтування підготовки питної води – як основа екобезпеки життєдіяльності і здоров'я людини / М.В. Кравченко, Я.М. Заграй // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. пр. / Київський національний університет будівництва і архітектури; відп.ред. О.С. Волошкіна, О.М. Трофимчук. – Київ: КНУБА, 2012. – Вип.9. – С. 5-18. — Бібліогр.: 17 назв. — укр.
43. - Кравченко М.В. Фізико-хімічний аналіз природної питної води різних джерел водопостачання / М.В. Кравченко // Екологічна безпека та природокористування: збірник наукових праць / Київський національний університет будівництва і архітектури; відп.ред. О.С. Волошкіна, О.М. Трофимчук. – Київ: КНУБА, 2015. – №3(19). – С. 52-61

