

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та охорони
довкілля

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: Мінералізація природних вод як показник придатності їх
для господарсько-питного і лікувального використання
(на прикладі Одеської області)

Виконала студент 4 року навчання
напряму підготовки 6.040106
«Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване
природокористування»
Вербова Альона Сергіївна

Керівник д.г.-м.н., проф.
Сафранов Тамерлан Абісалович

Рецензент д.геогр.н., проф.
Берлінський Микола Анатолійович

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти бакалавр

Напрямок підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

«18» квітня 2019 року

**З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Вербовій Альоні Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Мінералізація природних вод як показник придатності їх для господарсько-питного і лікувального використання (на прикладі Одеської області)

Керівник роботи Сафранов Тамерлан Абісалович д.геогр.н..проф.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «7» грудня 2018 №343С

2. Строк подання студентом роботи в «08» червня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи: джерела інформації щодо мінералізації природних вод та принципів класифікації вод за їх мінералізацію; дані щодо принципів визначення мінералізації природних вод; інформація щодо залежності іонного складу від мінералізації природних вод; дані щодо особливостей мінералізації вод господарсько-питного та лікувального призначення; дані щодо впливу мінералізації природних вод на здоров'я людини.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): загальне уявлення про мінералізацію вод; мінералізація як показник якості вод господарсько-питного призначення; мінералізація як показник вод лікувального призначення (мінеральних лікувальних вод).

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Результати моніторингу природних вод України; схема класифікації природних вод; схема екологічної ситуації та стану питних вод України тощо.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Розділ 1</i>	<i>Немає</i>		
<i>Розділ 2</i>	<i>Немає</i>		
<i>Розділ 3</i>	<i>Немає</i>		

Дата видачі завдання «18» квітня 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Загальні уявлення про мінералізацію природних вод.</i>	18.04.2019 - 29.04.2019	95	5(відмінно)
2	<i>Мінералізація природних вод як показник якості вод господарсько-питного призначення .</i>	30.04.2019 12.05.2019	95	5(відмінно)
<i>Рубіжна атестація</i>		13.05.2019 19.05.2019	95	5(відмінно)
3	<i>Мінералізація природних вод як показник якості вод лікувального призначення .</i>	20.05.2019 26.05.2019	95	5(відмінно)
4	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення електронної версії роботи. Перевірка на наявність плагіату. Складання протоколу та авторського договору.</i>	27.05.2019 04.06.2019	95	5(відмінно)
5	<i>Підготовка паперової версії роботи і презентаційного матеріалу до процедури передзахисту. Внесення коректив. Рецензування роботи. Підготовка до публічного захисту.</i>	05.06.2019 08.06.2019	95	5(відмінно)
Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			95,0	

(до десятих)

Студент

.

Вербова А. С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

Сафранов Т.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Мінералізація природних вод як показник придатності їх для господарсько-питного і лікувального використання (на прикладі Одеської області). А.С. Вербова

Актуальність теми дослідження. Мінералізація є головним чинником, який визначає лікувальні властивості природних вод, тобто придатність їх для використання в якості мінеральних лікувальних вод, а також з метою таласотерапії тощо. Тому визначення мінералізації природних вод, а також встановлення залежності між ступенем мінералізації природних вод і станом здоров'я населення є актуальною задачею.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є аналіз закономірностей розподілу мінералізації природних вод окремих регіонів України (на прикладі Одеської області) як показника їх якості і цільового призначення. Для досягнення поставленої мети сформульовані та вирішені наступні *задачі*: навести загальну характеристику мінералізації і методів її визначення; проаналізувати мінералізацію як показника якості вод господарсько-питного та лікувального призначення.

Об'єктом дослідження є якість природних вод України, а *предметом дослідження* – оцінка мінералізації природних вод як показника придатності їх для господарсько-питного і лікувального використання (на прикладі Одеської області).

Матеріали і методи дослідження. Аналіз закономірностей розподілу мінералізації природних вод базується на дослідженнях організацій, що забезпечують оцінку стану водних об'єктів окремих регіонів України. Результати досліджень узагальнені у вигляді таблиць які побудовані з використанням програми Excel. Крім того, використовувалися методи статистичного та порівняльно-географічного аналізу інформації.

Результати дослідження. Вода із річки Дністер і водопровідна вода Одеської промислово-міської агломерації відповідають нормативним вимогам. Альтернативним джерелом водопостачання в Одесі є підземні води верхньосарматського водоносного горизонту. Згідно із даними по 15 бюветах, значення сухого залишку до очищення спостерігалось у всіх, після очищення - тільки в одному. Отже ефективність приведення води до оптимального мінерального складу в бюветах міста Одеси висока. Доведено, що вода підвищеної мінералізації (понад 3 г/дм³), а також збідненої мінеральними речовинами може несприятливо впливати на здоров'я людини. Серед мінеральних вод Одеської області є води малої (1-5 г/дм³), середньої (5-15 г/дм³) і навіть високої мінералізації, що відповідає їх іонному складу. Мінералізація є важливим показником лікувальних властивостей морських і лиманних вод.

Структура і обсяг роботи. Робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань (45 найменувань). Робота містить 11 таблиць, 10 рисунків. Загальний обсяг роботи – 83 сторінки.

Ключові слова: мінералізація, природні води, питні води, лікувальні води.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО МІНЕРАЛІЗАЦІЮ ПРИРОДНИХ ВОД.....	9
1.1 Поняття «мінералізація» та принципи її визначення	9
1.2 Загальна характеристика мінералізації природних вод України..	17
1.3 Класифікація природних вод за ступенем мінералізації.....	23
2 МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ЯК ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ВОД ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	32
2.1 Мінералізація питних вод як фактор впливу на здоров'я населення.....	46
3 МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ЯК ПОКАЗНИК ЛІКУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНИХ ВОД.....	54
3.1 Мінералізація як показник мінеральних лікувальних вод	54
3.2 Мінералізація як показник придатності морських вод для таласотерапії.....	70
ВИСНОВКИ	76
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	79

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я

ДБН – Державні будівельні норми

ДУ УНДІМРіК – Державна установа «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології»

ДСанПіН – Державні санітарні норми і правила

ДСТУ – Державний стандарт України

ЕС – екосистема

М – мінералізація

МВ – мінеральна вода

МПА – міська промислова агломерація

ПВ – підземна вода

ПЗ – прибережна зона

ПЗЧМ – північно-західна частина Чорного моря

ВСТУП

Одним із важливих показників якості природних і цільового призначення природних вод є величина їх мінералізації, тобто загального вмісту мінеральних речовин, яка виражається у вигляді суми іонів, всіх мінеральних компонентів або сухого залишку (кількість органічних речовин у сухому залишку звичайно не більше 10%, тому цей показник характеризує загальну мінералізацію питних вод

Мінералізація є головним чинником, який визначає лікувальні властивості природних вод, тобто придатність їх для використання в якості мінеральних лікувальних вод, з метою таласотерапії тощо. Тому визначення мінералізації природних вод, в також встановлення залежності між ступенем мінералізації природних вод і станом здоров'я населення є *актуальною задачею*.

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є аналіз закономірностей розподілу мінералізації природних вод окремих регіонів України (на прикладі Одеської області) як показника їх якості і цільового призначення.

Для досягнення поставленої мети сформульовані та вирішені наступні *задачі*: 1) навести загальну характеристику мінералізації і методів її визначення; 2) проаналізувати мінералізацію як показника якості вод господарсько-питного призначення; 3) проаналізувати мінералізацію як показника лікувальних властивостей природних вод; 4) надати оцінки можливого впливу мінералізації природних вод на стан здоров'я населення окремих регіонів України.

Об'єкт дослідження – якість природних вод України.

Предметом дослідження є оцінка мінералізації природних вод як показник придатності їх для господарсько-питного і лікувального використання (на прикладі Одеської області).

Матеріали і методи дослідження. Аналіз закономірностей розподілу мінералізації природних вод базується на дослідженнях організацій, що

забезпечують оцінку стану водних об'єктів окремих регіонів України. Результати досліджень узагальнені у вигляді таблиць які побудовані з використанням програми Excel. Крім того, використовувалися методи статистичного та порівняльно-географічного аналізу інформації.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у виявленні відхилення від діапазону оптимальних значень мінералізації та інших показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод. Відзначається зв'язок між ступенем мінералізації (збалансованістю мінерального складу) питних вод і станом здоров'я населення. Дана оцінка мінералізації як фактору формування лікувальних властивостей природних вод.

Практичне значення отриманих результатів полягає у визначенні закономірностей розподілу мінералізації природних вод окремих регіонів України (на прикладі Одеської області) як показника їх придатності для господарсько-питного і лікувального використання (на прикладі Одеської області).

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно виконані всі етапи магістерської роботи – від збору, узагальнення і обробки інформації до формулювання основних положень та висновків.

Апробація результатів роботи. Результати дослідження бакалаврської кваліфікаційної роботи доповідалися та обговорювалися на студентській науковій конференції (Одеса, ОДЕКУ, квітень 2019 р.).

Публікації. За темою бакалаврської кваліфікаційної роботи опубліковані стаття в збірнику матеріалів студентської наукової конференції ОДЕКУ (травень, 2019 р.) .

Структура та обсяг роботи. Бакалаврська кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань (45 найменувань). Робота містить 11 таблиць і 10 рисунків. Загальний обсяг роботи - 83 сторінок.

1 ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО МІНЕРАЛІЗАЦІЮ ПРИРОДНИХ ВОД

1.1 Поняття «мінералізація» та принципи її визначення

Одним із найважливіших показників хімічного складу природних вод є їх мінералізація. *Мінералізацією* називають загальний вміст у воді мінеральних речовин (розчинених іонів, солей, колоїдів). Сумарний вміст усіх виявлених при хімічному аналізі води мінеральних речовин виражається в мг/дм³ [1].

Існує ще багато способів визначення мінералізації води.

Кріоскопія використовує зниження точки танення або замерзання розчинів речовин для визначення їх молекулярної маси або концентрації. Сіль, розчинена в рідкому розчиннику, знижує тиск насичених парів над розчином, внаслідок чого знижується точка танення або замерзання розчину. Зниження точки танення або замерзання можна розрахувати за формулою:

$$\Delta T = K * \frac{100}{M_{p.k.}} * \frac{a_2}{a_1} \quad , \quad (1.1)$$

де ΔT – зниження точки танення, кількість грамів розчинника і розчиненої матеріалу в розчині; $M_{p.k.}$ – молярна маса розчиненої компонента; K – кріоскопічна постійна (1,858 ° С для чистої води) і відношення; a_1 / a_2 – відношення кількості розчиненої речовини (в кг) до кількості розчинника (в кг).

З формули 1.1 випливає, що зниження точки танення на величину K відповідає наявності 1 благаючи розчиненого і недиссоциированного речовини в 1 кг розчинника, що виражається одиницею 1 осмолу на 1 кг розчинника. Тобто формулі (1.1) відповідає кількість розчиненої речовини в осмол, що аналогічно часто вживаються одиниці моль, причому береться до уваги ступінь дисоціації розчиненого компонента. Осмоль розраховується за

формулою (1.3), яка при використанні масових відсотків перетворюється в рівняння (1.5):

$$O_S = \frac{\Delta T}{K} = \frac{10^6}{M} * \frac{a_2}{a_1}, \quad (1.2)$$

$$O_S = \frac{\Delta T}{K} = \frac{10^6}{M} * \frac{x}{100-x} = k * \frac{x}{100-x}, \quad (1.3)$$

де x – концентрація компонента в масових відсотках; M – молярна маса розчиненого і недисоційованої речовини; k – коефіцієнт пропорційності осмолу (мОсмель*кг-1).

Перспектива інструментального визначення мінералізації по електропровідності вже давно привертає увагу дослідників. Цінною якістю цього методу є, перш за все, можливість швидкої характеристики мінералізації води безпосередньо у об'єкта, що дуже важливо при масових визначеннях. При цьому відпадає необхідність в громіздкому хімічному обладнанні. Нарешті, перевагою цього методу є можливість вести безперервні спостереження і при необхідності організувати дистанційну передачу даних [2].

Використання *методу електропровідності* при гідрохімічних дослідженнях присвячена досить велика література. У його застосуванні можна виділити два напрямки: використання вимірювань електропровідності для судження про динаміку водних мас (змішання вод, напрямки течій, визначення витрати води, вивчення струйності течій і ін.) і знаходження величин мінералізації шляхом встановлення зв'язку між питомою електропровідністю і концентрацією окремих інгредієнтів або їх загальним змістом. У першому випадку потрібні швидше відносні, ніж абсолютні результати вимірювань, тому цей метод уже знайшов широке застосування при вивченні динаміки потоків і водних мас.

Значно складніше йде справа з визначенням абсолютної величини мінералізації води по вимірній її електропровідності. природні води є

складною сумішшю різних електролітів. оскільки електропровідність залежить не тільки від концентрації і температури, але і в сильній мірі від іонного складу, то встановлення безпосереднього зв'язку між питомою електропровідністю і концентрацією іонів у воді може бути зроблено лише з значними припущеннями і похибками. Тому цілком зрозумілим є те, що спроби багатьох дослідників розробити загальний метод розрахунку мінералізації води по електропровідності досі не задовольняють сучасні вимоги, що пред'являються до таких методик, хоча для будь-якого конкретного об'єкта результати бувають цілком прийнятними. При використанні розроблених методів для різних об'єктів кінцевий результат найчастіше має незадовільну точність.

З огляду на високу актуальність проблеми, безпосередньо пов'язану з постійними погіршення екологічної ситуації, багато фірм почали випускати пристрої для експрес-аналізу параметрів води. Один з них - TDS-метр (*Total Dissolved Solids*) фірми Zepter, що вимірює кількість розчинених часток на мільйон молекул води. Чисельно його показання рівні загальній мінералізації, яка вимірюється в міліграмах на літр. Принцип вимірювання подібних пристроїв заснований на залежності електричної провідності води від кількості розчинених солей. Похибка визначення загальної мінералізації в різних умовах цим приладом може становити до 40-50%. При використанні калібрувальних розчинів, подібних аналізованого розчину, точність визначення може бути істотно підвищена.

Окремо варто виділити метод визначення загальної мінералізації води по її електропровідності, запропонований Н.І. Воробйовим, який пише, що точність визначення загального вмісту солей може бути в значній мірі підвищена, якщо дані по електропровідності зіставити з вмістом у воді гідрокарбонатів і хлоридів. Загальна схема визначення мінералізації за методом, запропонованим Н.І. Воробйовим така:

- 1) аналітично (титруванням) визначається вміст гідрокарбонатів і хлоридів;

2) в першому наближенні визначається загальна мінералізація в перекладі на $NaCl$;

3) по різниці між цим числом і сумою хлоридів і гідрокарбонатів виводиться приблизний вміст сульфатів;

4) отримані орієнтовні дані за загальним кількості солей і кількості сульфатів спільно з точними даними за змістом хлоридів і гідрокарбонатів і є вихідними для отримання більш точних значень загальної мінералізації;

5) внесення поправок, що враховують склад і концентрацію. Отримане після поправки значення загальної мінералізації є більш точним, і в свою чергу, дає можливість отримання більш точного значення поправочного коефіцієнта.

Недоліки цього методу очевидні:

1) на початковому етапі автор титруванням знаходить вміст хлоридів і гідрокарбонатів, після чого замість того, щоб тим же титруванням визначити наявність сульфатів та загальну мінералізацію, проводить досить складну аналітичну роботу з використанням вимірювань електропровідності;

2) запропонований в даній роботі метод не є універсальним, тобто його застосування для розчинів з довільним хімічним складом дає в підсумку більшу похибку;

3) в описуваному методі є велика різниця між індивідуальними і груповими електропровідностями різних солей (в залежності від концентрації і виду солі похибка може досягати неприпустимо великих величин);

4) при розрахунку загальної мінералізації даними способом середня похибка становила близько 10%;

5) в роботі не наведено дані по pH досліджених вод, хоча, наявність навіть невеликих кількостей іонів H^+ і OH^- може в достатній мірі змінити спостережувану картину.

Акустичний метод визначення загальної мінералізації водного середовища запропонований в роботі [3]. Запропоновано декілька варіантів

акустичного методу оперативного визначення загальної концентрації солей у воді. Суть акустичного методу полягає в тому, що досліджуване і еталонне середовище одночасно опромінюють акустичними хвилями і вимірюють час поширення між перетворювачами, розміщеними в кожній з середовищ.

Перевагами даного методу можна вважати можливість визначення загальної концентрації домішок в реальному масштабі часу, незалежно від температури і тиску води, а також аналіз неорганічних і органічних речовин.

Однак наведений метод можна вважати експрес-методом із значними припущеннями, оскільки вимірювання пов'язані з наявністю досить об'ємної і складної апаратури.

Для орієнтованого визначення мінералізації питних вод часто використовують таке поняття як *«сухий залишок»*. Сухий залишок – загальна маса речовини, отримана після випаровування фільтрованої води і подальшого висушування осаду при температурі 105°C до постійної маси (мг/дм³, ‰). І хоча це поняття застаріле, не нормативне в гідрохімії, воно зустрічається в літературі.

Вміст сухого залишку у питній воді визначають у відповідності з ДОСТ 18164-72. Проби води відбирають за ДОСТами 4979-49 і 2874-82. Об'єм проби води для визначення сухого залишку мусить бути не менше 300 мл.

Визначення сухого залишку без додавання карбонату-натрію проводяться в день відбору проби. Аналізовану воду фільтрують крізь фільтр «синя стрічка», 300-500 мл відфільтрованої води випарюють у попередньо висушеній до постійної ваги при 105°C фарфоровій чашці. Випарювання ведуть на водяній бані з дистильованою водою. Далі чашку з сухим залишком вміщують у сушильну шафу і при 105°C і висушують до постійної ваги.

Сухий залишок (x) у мг/л обчислюють за формулою:

$$x = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 1000}{V}, \quad (1.4)$$

де m_1 – маса чашки із сухим залишком, мг; m_2 – маса порожньої чашки, мг; V – об’єм води, взятої для визначення, мл.

Даний метод визначення сухого залишку дає дещо завищені результати завдяки гідролізу і гігроскопічності хлоридів магнію і кальцію та важкій віддачі кристалізаційної води сульфатами кальцію і магнію. Ці недоліки усувають доданням до випарюваної води хімічно чистого карбонату натрію. При цьому хлориди, сульфати кальцію і магнію переходять у безводні карбонати, а з натрійових солей тільки сульфат натрію володіє кристалізаційною водою, але вона повністю видаляється висушуванням.

Визначення сухого залишку з додаванням карбонату натрію 300-500 мл відфільтрованої води випарюють у фарфоровій чашці, висушеній до постійної ваги при 105°C . Після того, як у чашку прилита порція води, вносять піпеткою 25 мл розчину карбонату натрію (в 1 мл 10 мг Na_2CO_3) з таким розрахунком, щоб вага доданої соди майже втричі перевищувала вагу сухого залишку. Для звичайних прісних вод достатньо додати 250 мг безводної соди (25 мл 1%-ного розчину Na_2CO_3). Розчин добре перемішують скляною паличкою. Паличку обливають дистильованою водою, збираючи воду у чашку з осадом. Сухий залишок, після випарювання води, висушують до постійної ваги при 105°C . Різницю в масі між чашкою із сухим залишком і початковою масою чашки та соди (1мл розчину містить 10 мг Na_2CO_3) дає величину сухого залишку у взятому об’ємі води.

Сухий залишок (x), в мг/дм³, знаходять за формулою:

$$x = \frac{(m_2 - m_1 - m_3) \cdot 100}{V}, \quad (1.5)$$

де m_2 – маса чашки із сухим залишком, мг; m_1 – маса порожньої чашки, мг; m_3 – маса доданої соди, мг; V – об'єм води, взятої для визначення, мл.

Розходження між результатами повторних визначень не повинно перевищувати 10 мг/дм³, якщо сухий залишок не перебільшує 500 мг/дм³; при вищих концентраціях розходження не повинно перевищувати 2 %.

В океанології замість мінералізації використовують поняття «солоність» води. Солоність морської води – це вміст у грамах усіх мінеральних речовин, які розчинені в 1 кг морської води, за умови, що бром та йод заміщені еквівалентною кількістю хлору, всі вуглекислі солі переведені в оксиди, а всі органічні речовини спалені при температурі 480°C. Виражається вона в г/кг, тобто у тисячних частках – проміле, і позначається S, ‰ [4].

Дуже часто поняття «мінеральні води» та «мінералізовані води» – плутають. Кількісний (інтегральний) показник – мінералізація – може мати різні значення. Якщо мінералізація води не перевищує 1 г/дм³, таку воду називають низькомінералізованою, в інтервалі від 1 до 5 г/дм³ – маломінералізованою, від 5 до 15 г/дм³ – середньомінералізованою, від 15 до 35 г/дм³ – високомінералізованою, більше 35 г/дм³ – розсільною [5]. Ніяка природна вода не може бути немінералізованою, оскільки мінералізація (вміст усіх компонентів води) є завжди, у будь-якій природній воді. В прийнятому у фахівців контекстному значенні можна почути поняття «мінералізована вода». За такої ситуації просто коротко окреслюються деякі сфери обговорення. Якщо справа йдеться про води із мінералізацією понад 1 г/дм³, то їх часто називають узагальнюючим словом «мінералізовані» [6].

Найбільший внесок в загальну мінералізацію води вносять поширені неорганічні солі, до них належать головні іони: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} і K^+ . Їхній вміст у прісних водах становить 90-95%, а у високомінералізованих – понад 99% усіх солей

У маломінералізованих водах переважають HCO_3^- і Ca^{2+} , у високомінералізованих – Cl^- і Na^+ , Mg^{2+} має проміжне положення між Na^+ і Ca^{2+} , подібно до SO_4^{2-} – між HCO_3^- і Cl^- . Змінення складу води відповідно до величини загальної мінералізації пояснюється неоднаковою розчинністю хлористих, сульфатних і карбонатних солей лужних і лужноземельних металів [5].

Загальний вміст у воді мінеральних речовин, та їх співвідношення між собою, впливає на якість води, а також на можливість їх використання за цільовим призначенням. Наприклад, показник повноцінності мінерального складу питної води складає 200-500 мг/дм³, але це не поширюється на води на води мінеральні лікувальні, лікувально-столові, природні столові та води, призначені для спеціального дієтичного споживання, спеціально перероблені або розроблені для забезпечення задоволення дієтичних потреб дітей грудного та раннього віку [7].

Багато промислових виробництв, сільське господарство, підприємства питного водопостачання пред'являють визначені вимоги до якості вод, зокрема, до мінералізації, тому що води, що містять велику кількість солей, негативно впливають на рослинні і тваринні організми, технологію виробництва і якість продукції, викликають утворення накипів на стінках котлів, корозію, засолення ґрунтів.

Також, мінералізація природних вод визначає їхню питому електропровідність, вона змінюється в широких межах. Більшість рік має мінералізацію від декількох десятків міліграмів у літрі до декількох сотень. Їхня питома електропровідність варіює від 30 мкСм/см до 1500 мкСм/см. Мінералізація підземних вод і солоних озер змінюється в інтервалі від 40-50 мг/дм³ до 650 г/кг (щільність у цьому випадку вже значно відрізняється від одиниці). Питома електропровідність атмосферних осадів (із мінералізацією від 3 до 60 мг/дм³) складає 20-120 мкСм/см [1].

На величину мінералізації впливають як природні так і техногенні джерела. Частина солей була вимита з морського дна. Значна кількість надійшла внаслідок дегазації магми при її остиганні [8].

Крім того, на рівень мінералізації часто впливають стічні води незадовільної якості. Значну частину, в рівень мінералізації вод вносять підприємства. Наприклад, транспортними підприємствами в середньому на одиницю рухомого складу доводиться по 76 кг скидів сухого залишку в поверхневі водойми в рік. Стічні води виробництва нітробензолу характеризуються високою мінералізацією 30-60 г/дм³. Виробництва тетраетилсвинцю 250-320 г/дм³. Води виробництва соди, мінеральних кислот, калійних добрив, ртуті йоду і броду, тетраетилсвинцю відрізняються дуже високою мінералізацією, яка зумовлює їх велику густину в порівнянні з густиною прісних і солонуватих підземних вод. Мінералізація шахтних вод становить 50-70 г/дм³ і більше [9].

1.2 Загальна характеристика мінералізації природних вод України

Як суб'єкт державного моніторингу довкілля, Держводагентство здійснює систематичні спостереження за якістю поверхневих вод. Відповідно до чинного законодавства України моніторинг якості поверхневих вод проводиться за басейновим принципом у контрольних створах у районах основних водозаборів комплексного призначення, водогосподарських систем міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання. Функціонування системи державного моніторингу довкілля забезпечується у частині проведення радіологічних і гідрохімічних спостережень на водних об'єктах України за затвердженою програмою у 436 створах. На рис. 1.1 зображені результати моніторингу природних вод України, де червоним кольором позначені місця, де показники якості вод перевищують рівень ГДК.

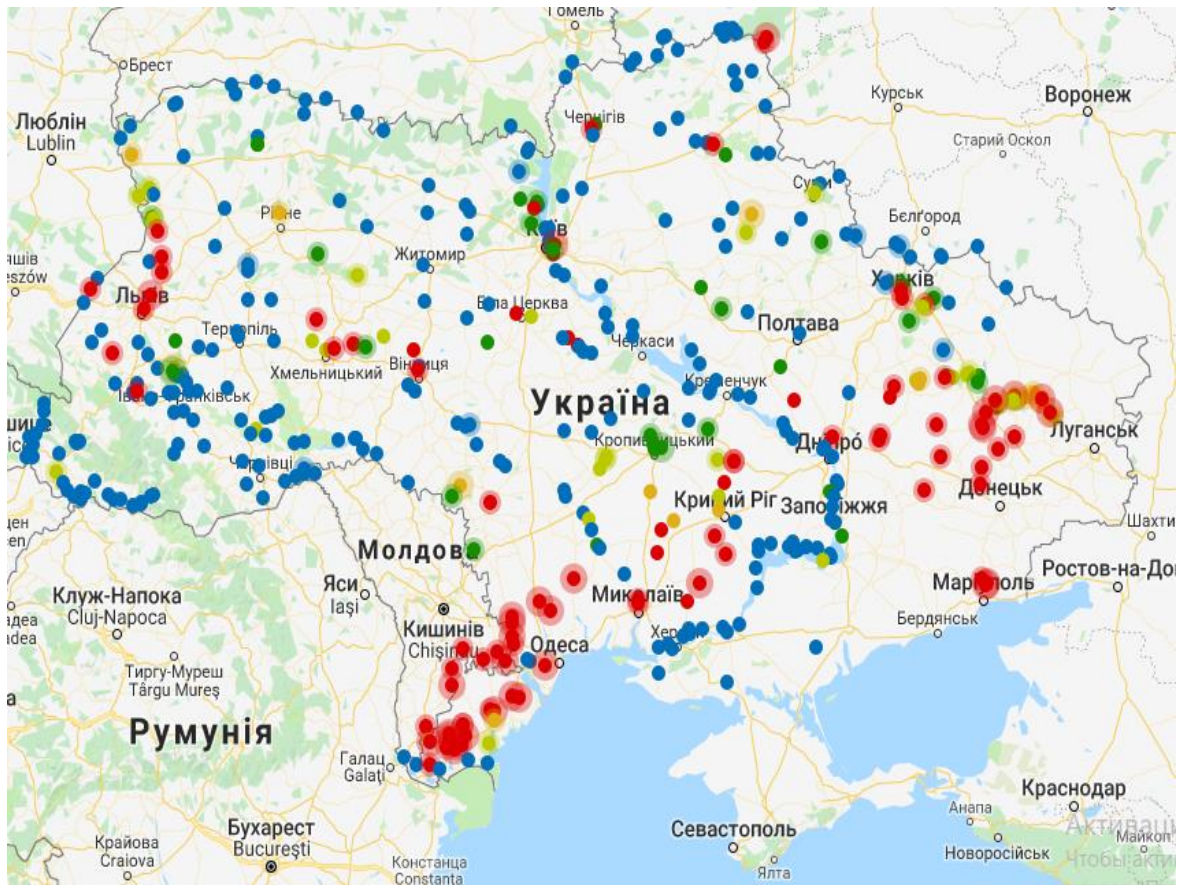


Рис. 1.1 – Результати моніторингу природних вод України

За результатами моніторингу поверхневих вод, що проводиться у системі Держводагентства, рівень мінералізації поверхневих вод у останні роки у басейнах основних річок України становить від $160 \div 230$ мг/дм³ у басейні р. Тиса до $580 \div 1230$ мг/дм³ у р. Сіверський Донець. Мінералізація у межах $220 \div 320$ мг/дм³ фіксується у руслових створах р. Дніпро та р. Десна, $280 \div 420$ мг/дм³ – у басейні р. Дністер, $530 \div 620$ мг/дм³ – у воді р. Південний Буг. У деяких природних водоймах (це переважно на півдні та сході України) кількість розчинених сполук значно перевищує 1000 мг/дм³. Так, у придунайських водосховищах мінералізація досягає $3000 \div 5000$ мг/дм³, а у річках, що живлять ці водойми – більше ніж 6000 мг/дм³ (р. Великий Катлабух).

На рівень мінералізації поверхневих вод впливають як природні чинники, до яких відносяться ґрунтово-кліматичні, геологічні фактори, так і антропогенні чинники, зокрема скиди шахтних вод. Надходження у

поверхневі водні об'єкти засолених вод у результаті діяльності промислових підприємств спостерігається у Донецькій, Луганській, Дніпропетровській та Івано-Франківській областях.

На рівень мінералізації значно впливає де знаходиться вода, в яких породах. Наприклад, установлено, що мінералізація вод річок Псел та Ворскла найбільш висока в період їх живлення підземними водами з глибоко розташованих водоносних горизонтів, які складаються з легко розчинних гідрокарбонатних порід. Чим більшу частку річкового стоку складають води глибоких водоносних горизонтів, тим вище мінералізація вод. Установлена досить тісна залежність мінералізації води від витрат води (рис. 1.2).

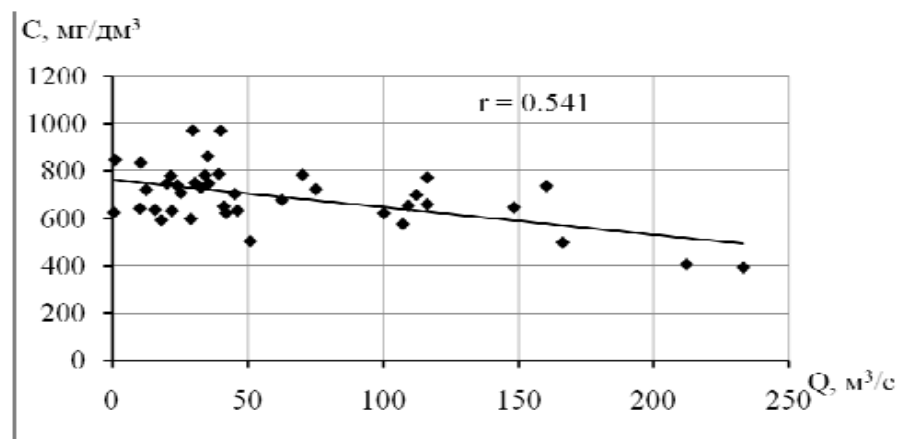


Рис. 1.2 – Залежність річних значень мінералізації від витрат води в створі р. Псел – с. Запсілля (в межах села) [10].

Такого типу залежності відкривають можливості прогнозування мінералізації від установлених за кліматичними сценаріями витрат води у роки різної водності та гідрологічні сезони.

Аналіз розподілу мінералізації по сезонах дозволив встановити, що в маловодні роки, коли протягом усього року переважає підземне живлення, суттєвих її змін не спостерігається. Так, у маловодний 1992 рік (р. Ворскла - с. Чернеччина, об'єм річного стоку $W = 236$ млн. м^3) діапазон зміни мінералізації протягом року знаходився у межах 960- 1090 мг/дм^3 . У багатоводний ($W = 528$ млн. м^3) 1996 рік (рис. 2) в період зимової межени мінералізація становила 1070 мг/дм^3 ($Q = 2,85 \text{ м}^3/\text{с}$), а на піку весняної повені

– лише 326 мг/дм^3 ($Q = 133 \text{ м}^3/\text{с}$), що підтверджує існування зв'язку між водністю річки і показниками мінералізації (рис. 1.3).

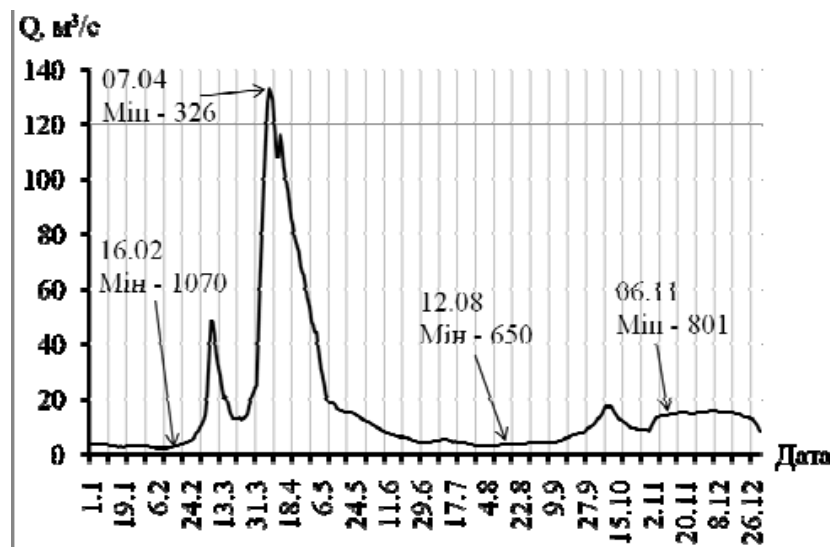


Рис. 1.3 – Гідрограф стоку у створі р. Ворскла – с. Чернеччина з величинами мінералізації, мг/дм³ (1996 р. – багатоводний) [10]

Від сукупності усіх факторів залежить рівень мінералізації. Так за даними лабораторії моніторингу вод та ґрунтів Західного Бугу та Сяну, де проводиться аналіз якості води щоквартально, у 17 створах річок Львівської області. Встановлено, що в басейнах річок Західного Бугу та Сяну мінералізація природних вод залежить від геологічної будови території, від кліматичних факторів, ґрунтового покриву, меншою мірою від антропогенного впливу. У створах сухий залишок не перевищує ГДК. Лише у пункті спостереження р. Шкло – смт. Краківець, сухий залишок зрідка перевищує норму, що зумовлено впливом затопленого сірчаного кар'єру – Яворівського озера, який знаходиться вище за течією в р. Шкло.

Солоність Світового океану, залежить від таких природних факторів [8]: 1) випаровування; 2) льодовики; 3) кількість опадів на рік; 4) кількість стічних вод.

Україну омиває Чорне та Азовське море. Середня солоність Чорного моря складає 17-18‰ сольовий баланс представлений табл. 1.1 за

Б.О. Скопинцевим [11]. Таким чинном можна сказати, що на сольовий баланс Чорного моря найбільше впливає зв'язок з моря з протокою Босфор, а найменше річковий стік.

Таблиця 1.1 – Баланс деяких компонентів хімічного складу води Чорного моря, 10^6 т/рік [11]

Надходження і витрати	$Cl^- + Br^-$	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Надходження					
Річковий стік	5,6	11,6	54,9	17,5	3,4
Атмосферні опади	-	-	-	-	-
Приплив з Босфору	3435	480,9	25,1	73,2	229,5
Приплив з Азовського моря	338	50	8,90	9,0	22,9
Всього	3779	543	89	100	256
Витрата					
Стік у Босфор	3433	483,6	66,4	84,1	233,8
Стік в Азовське море	322	45,4	6,3	7,9	21,9
Випаровування	-	-	-	-	-
Всього	3755	529	73	92	256

Відповідно до сучасних уявлень на даний момент склалася ситуація, що сольовий бюджет Чорного моря сталий і це пояснюється надходженням солі з нижньобосфорською течією і річковим стоком і виносом такої ж кількості солі верхньобосфорською течією. За даними спостережень розраховані за багато років середні місячні і річні значення солоності води у різних пунктах Кримського узбережжя. Аналіз цих даних показав, що солоність має внутрішньорічний хід, зворотний річковому стоку, тобто мінімальні її значення припадають на зиму (найменше випаровування), а максимальні - на кінець літа, коли стік найменший.

Прибережні води знаходяться у зонах постійного розпріснення, за винятком Каламітської і Каркінітської заток, в яких спостерігається найбільша солоність. Необхідно відзначити, що амплітуда коливань поверхневої солоності на акваторії, що прилягає до Кримського узбережжя, суттєво нижча, чим, наприклад, у північно-західній частині, куди несуть свої води великі річки, такі як Дніпро та Дунай. У районі прибережної зони ПБК виникають ситуації, коли після значного стоку (повінь) на поверхні

моря утворюються лінзи розпріснених вод, які відстежуються звичайно не далі 1-2 км від берега. Їх товщина не перевищує 0.1 – 0.2 м. Через інтенсивне перемішування вод у прибережній зоні вертикальний розподіл солоності більш однорідний, ніж у відкритому морі, хоча головні риси подібні. Як і у відкритих частинах моря шар максимальних градієнтів солоності розташований нижче від термокліну.

Солоність Азовського 13,8‰ найбільша у затоці Сиваш до 25‰ соловий баланс представлений у табл. 2.2 за А.П. Цуриковою (1971) [4]. Згідно з табл. 1.2 стає зрозуміло, що на соловий баланс Азовського моря найбільше впливає перенесення води між Чорним та Азовським морем, а найменше атмосферні опади.

Таблиця 1.2 – Сольовий баланс Азовського моря, 10^3 т/рік [4]

Надходження і витрати	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^{+} + K^{+}$	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}	Cl^{-}	$\sum_1$
Надходження							
Річковий стік	1944	660	1595	6088	3504	1482	15372
Атмосферні опади	80	24	104	281	214	62	765
Приплив із Сиваша	93	231	1878	63	495	3399	6099
Приплив із Чорного Моря	7488	20904	173160	5928	43056	305760	556296
Всього	6905	21819	176737	12360	47269	310643	578433
Витрата							
Стік у Чорне море	8058	20382	173484	8058	44556	300042	554 580
Стік у Сиваш	238	588	4942	224	1276	8568	15834
Випаровування			-				-
Всього	8296	20970	178426	8282	45830	308610	570414
Різниця між надходженням та витратою	1309	849	1689	4078	1439	2033	8019

Балансові кількості прісних (опади і річковий стік без випаровування) і солоних (різниця між надходженням із Чорного моря і витоком у нього) вод рівні між собою, отже, зміни солоності води у морі не повинно відбуватися. Насправді, у зв'язку із зарегулюванням річкового стоку на основних притоках (Дон, Кубань, Берда) солоність води в Азовському морі

поступово зростає. Середня солоність води становить 13.8 ‰, у Таганрозькій затоці знижується до 2-5 ‰, а в затоці Сиваш досягає 250 ‰. Сезонні коливання солоності не перевищують 1 ‰.

Солоність води у відкритій частині моря становить близько 11 ‰, але інколи досягає 13-14 ‰ завдяки дії південних вітрів, які наганяють з Чорного моря в Азовське більш солону воду. В бік берегів солоність води дещо зменшується, переважно у східній частині моря і, особливо, в Таганрозькій затоці, у вершині якої вода майже прісна. Максимум солоності спостерігається у грудні, мінімум – у липні.

1.3 Класифікація природних вод за ступенем мінералізації

Багато вчених, за ступенем мінералізації природних вод, намагались угрупувати їх за спільними ознаками, адже мінералізація вод має широкий діапазон значень та кожену класифікацію розробляли для якоїсь мети. Їхні досягнення у цій сфері наведені у табл. 1.3.

Таблиця 1. 3 – Класифікація природних вод за ступенем мінералізації

Води	Мінералізація		Автор класифікації
		‰	
Прісні	< 1,0		В. І Вернадський (1933-1936)
Солонуваті	1,0-10,0		
Солоні	10,0 - 50,0		
Розсоли	> 50		
Прісні	< 1,0	< 1,0	І. К. Зайцев (1945,1972)
<i>дуже прісні</i>		< 0,1	
<i>нормально прісні</i>		0,1 - 0,5	
<i>тверді прісні</i>		0,5 - 1,0	
Солоні	1,0 - 36,0	1,0 - 35,0	
<i>Солонуваті</i>		1,0 - 3,0	
<i>Слабосолоні</i>		3,0 - 10,0	
<i>сильносолоні</i>		10,0 - 35,0	

Продовження таблиці 1.3

Розсоли	> 36,0	> 35,0	
<i>дуже слабкі</i>	36,0 - 75,0	35,0 - 70,0	
<i>Слабкі</i>	75,0 - 150,0	70,0 - 140	
<i>Міцні</i>	150,0- 320,0	140,0 - 270	
<i>дуже міцні</i>	> 320,0	270,0 - 350,0	
<i>Надміцні</i>		>350,0	
Ультрапрісні	< 0,2		О. М. Овчинников (1954)
Прісні	0,2-0,5		
Води з підвищеною мінер.	0,5-1,0		
Солонуваті	1,0-3,0		
Солоні	3,0-10,0		
Води з підвищеною солоністю	10,0-35,0		
Прісні		< 1	О.О. Алексін (1970)
Солонуваті		1,0-25,0	
Морської солоності		25,0-50	
Розсоли		>50	
Прісні	<1		Комісія ЮНЕСКО з використання солоних вод
Мінералізовані	1,0-3,0		
Слабосолоні	3,0-10,0		
Середньосолоні	10,0-35,0		
Океанічні	35		
Розсоли	>35		
Води	Мінералізація		Автор класифікації
		‰	
Дуже прісні	<0,1		В.К. Хільчевський (2002)
Помірно прісні	0,1-0,6		
Прісні з підвищеною мінералізацією	0,6-1,0		
Слабосолоні	1,0-3,0		
Середньосолоні	3,0-15,0		
Солоні	15-35		
Сильно солоні	35-50		

Продовження таблиці 1.3

Розсоли	> 50		М.С Гуревич і Н.І Толстіхін (1961)
Надпрісні	<0,01		
Прісні	0,01-1,0		
<i>найпрісніші</i>	0,01-0,03		
<i>дуже прісні</i>	0,03-1,0		
<i>нормально прісні</i>	0,1-0,5		
<i>пріснуті</i>	0,5-1,0		
Солонуваті	1,0-10,0		
<i>слабосолонуваті</i>	1,0-3,5		
<i>сильносолонуваті</i>	3,5-10,0		
Солоні	10,0-50,0		
<i>слабосолоні</i>	10,0-35,0		
<i>сильносолоні</i>	35,0-50,5		
Розсоли	>50,0		
<i>Слабоконцентровані</i>	50,0-100,0		
<i>міцні</i>	100,0-270,0		
<i>дуже міцні</i>	270,0-350		
<i>надміцні</i>	>350,0		

В.І. Вернадський на протязі 1933-1936 років поділив усі води за ступенем мінералізації на прісні – із сухим залишком до 1 г/дм^3 , солонуваті – від 1 до 10 г/дм^3 , солоні $10\text{-}50 \text{ г/дм}^3$, розсоли понад 50 г/дм^3 . Серед прісних вод іноді виділяють та м'які – із сухим залишком менше $0,25 \text{ г/дм}^3$. Ступінь мінералізації підземних вод залежить від розчинності гірських порід, температури води, складу розчинених у воді газів, солей.

І.К. Зайцев (1986) [12] розробив свою класифікацію яка мала широкий діапазон значень, та вміщувала в себе класифікацію по мінералізації (г/кг) та по солоності (‰) природних вод. Згідно цієї класифікації води поділялись на 3 групи (прісні, солоні, розсоли), кожна з цих груп поділялась на підгрупи. Таким чином, води які мали найменшу мінералізацію до $1,0 \text{ г/кг}$ були

прісними, а ті що мали більше 320 г/кг – розсоли дуже міцні. Згідно з солоністю, за класифікацією І.К. Зайцева найменшу солоність мали води до 0,1‰ – дуже прісні, а найбільшу більше 320‰ – надміцні розсоли.

О.М. Овчинников (1955) [13] надав свою класифікацію вод, але через деякий час він її удосконалив додавши ще 2 групи. Представлена класифікація О.М. Овчинникова у порівнянні з В.І. Вернадським (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Класифікація природних вод за рівнем мінералізації

Класифікація за О.М. Овчинниковим			Класифікація за В.І Вернадським
Характеристика вод	Загальна мінералізація, г/дм ³	Хімічний склад	
Ультрапрісні	< 0,2	Гідрокарбонатні	Прісні
Прісні	0,2-0,5		
Види з відносно підвищеною мінералізацією	0,5-1,0	Гідрокарбонатно-сульфатні, сульфатно - хлоридні	
Солонуваті	1,0-3,0		
Солоні	3,0-10,0	Переважно хлоридні	Солонуваті
Види з підвищеною солоністю	10,0-35,0		
Води перехідні до розсолів	35,0-50,0	Хлоридні	Солоні
Розсоли	50-400(500)		Розсоли

Згідно з цією класифікацією води з найменшою солоністю до 0,2 г/дм³ – ультрапрісні, та здебільшого гідрокарбонатні, а вони з найбільшою мінералізацією по цій класифікації 50-400 г/дм³ – розсоли. Класифікація

О. М. Овчинникова розглядає більший спектр, величини мінералізації на відмінно від класифікації В. І. Вернадського.

О.О. Алексін (1970) [4] запропонував такий поділ природних вод за мінералізацією: 1) прісні – менше 1‰; 2) солонуваті – 1-25‰; 3) солоні – 25-50‰; 4) розсоли – понад 50‰. Стосовно прісноводних об'єктів О.О. Алексін розробив більш детальний поділ (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Класифікація прісних вод за рівнем мінералізації

Ступінь мінералізації	Вміст солей, г/дм ³
Ультрапрісні	до 100
Слабкомінералізовані	100-200
Середньомінералізовані	200-500
Підвищеної мінералізації	500-1000
Високої мінералізації	понад 1000

Існують градації мінералізації води й у вузьких межах, щодо певних водних об'єктів або районів. Така класифікація дає змогу провести розподіл природних вод в загальних рисах, не враховуючи особливостей відносного іонного складу. Однак урахування мінералізації води необхідне, тому ця класифікація повинна доповнювати класифікації, що ґрунтуються на інших принципах. Важливо знати, що згідно нормативних вимог мінералізація води джерел питного господарсько-питного водопостачання не повинна перевищувати 1000 мг/дм³ (1 г/дм³, 1‰), але за дефіциту прісної води в регіоні може бути 1500 мг/дм³ (1,5 г/дм³) – за погодженням з головним санітарним лікарем відповідної адміністративної території України [4].

Іонний склад вод визначає їх важливі геохімічні особливості, використання в народному господарстві та медицині – придатність для водопостачання, зрошення, лікування хвороб і т. д. Аналіз властивостей природних вод та значне різноманіття їх якісного і кількісного хімічного складу викликало необхідність розроблення відповідних класифікацій. Зтому

Альокін також розробив класифікацію, яка узгоджує принципи поділу за переважними аніонами і катіонами та кількісним співвідношенням між ними. За цією класифікацією усі природні води діляться (рис. 1.4) спочатку за переважним аніоном на три класи: гідрокарбонатні ($\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$), сульфатні (SO_4^{2-}) і хлоридні (Cl^-).

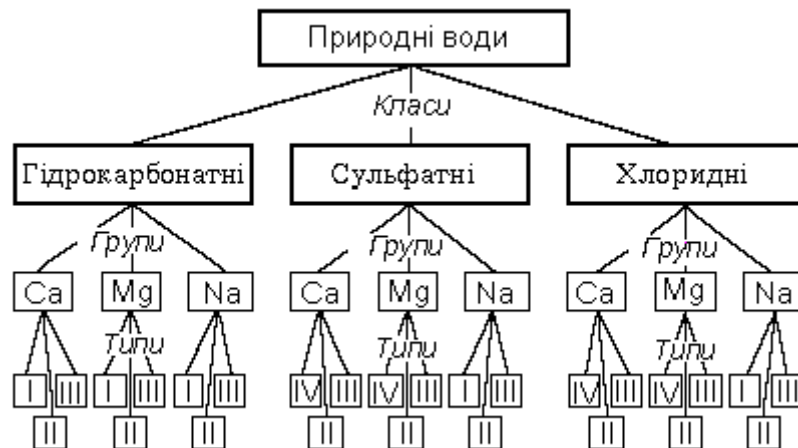
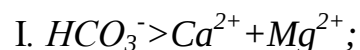


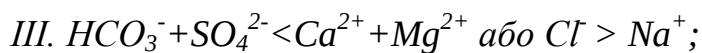
Рис. 1.4 – Класифікація природних вод по О.О. Альокіну

Переважаючими вважаються йони з невеликим відносним вмістом у відсотках в перерахунку на кількість речовини еквівалента. За переважаючим аніоном природні води поділяють на 3 класи: 1) *гідрокарбонатних та карбонатних вод* (більша частина маломінералізованих вод річок, озер, водосховищ та деякі підземні води); 2) *сульфатних вод* (проміжні між гідрокарбонатними та хлоридними водами, що генетично пов'язані з різними осадовими породами); 3) *с хлоридних вод* (високомінералізовані води океану, морів, солоних озер, підземні води закритих структур тощо).

Кожен клас за переважаючим катіоном підрозділяється на три *групи*: 1) *кальцієву*, 2) *магнієву*, 3) *натрієву*.

Кожна група в свою чергу підрозділяється на чотири *типи вод*, що визначаються співвідношенням між вмістом йонів у відсотках в перерахунку на кількість речовини еквівалента:





Води *типу I* утворюються в процесі хімічного вилугування вивержених порід або при обмінних процесах йонів кальцію та магнію на йон натрію. Найчастіше вони маломінералізовані, виняток складають води безстічних озер.

Води *типу II* змішані. Їх склад може бути пов'язаний генетично як з осадовими гірськими породами, так і з продуктами вивітрювання вивержених порід. До цього типу належить вода більшості річок, озер та підземні води з малою та помірною мінералізацією.

Води *типу III* метаморфізовані. Вони включають будь-яку частину сильно мінералізованих природних вод або вод, що піддаються катіонному обміну йонів натрію на йони кальцію та магнію. До цього типу належить вода океанів, морів, лиманів (морських), реліктових водоймищ тощо. До IV типу вод, що характеризується відсутністю HCO_3^- , належать кислі води — болотні, шахтні, вулканічні або води, що дуже забруднені промисловими стічними водами.

Води *типу IV* належать тільки до сульфатного та хлоридного класів, де не може бути вод типу I.

Можливість існування природних вод інших класів (нітратний, боратний) не виключена, але надто мало ймовірна. Більш реально переважання в деяких водах кремнієвої кислоти, але вона майже цілком недисоційована і не врівноважує катіонів. Виділення в окремий клас природних вод з переважанням органічної речовини неможливе, оскільки органічна речовина природних вод характеризується дуже складною сумішшю.

Таким чином, ця класифікація застосовується для поверхневих вод. В її основу покладено два принципи: переважаючих іонів та співвідношень між іонами застосовується для поверхневих вод. В її основу покладено два принципи: переважаючих іонів та співвідношень між іонами.

Комісія ЮНЕСКО з використання солоних вод, розробила класифікацію з 6 градацій, у якій прісні води мають мінералізацію до 1 г/дм^3 , а найбільшу більше 35 г/дм^3 , що відповідає розсолам.

В. К. Хільчевським та ін. (2012) [14] була розроблена класифікація природних вод за мінералізацією, в якій значною мірою враховані сучасні практичні та екологічні вимоги до якості вод, їх використання та охорони, а також значний досвід детального вивчення хімічного складу природних вод України [15].

Виходячи із сьогоденних вимог до питної води, необхідно виділити градації мінералізації прісної води, які відповідають 92 фізіологічним нормативам. Так, виділення *дуже прісних вод* ($< 0,1 \text{ г/дм}^3$) пов'язане з тим, що маломінералізована вода (особливо з вмістом солей меншим 100 г/дм^3) суттєво погіршує якість питної води у фізіологічному відношенні. А вода без солей взагалі вважається шкідливою, оскільки вона знижує осмотичний тиск всередині клітини. Особливо це стосується районів, де використовують воду від танення льодовиків. Така вода відзначається низькою мінералізацією та дефіцитом кальцію. Зазначена ситуація є загальною гігієнічною проблемою, тому необхідне збагачення такої питної води мінеральними солями.

Виділення у цій класифікації помірно прісних вод ($0,1-0,6 \text{ г/дм}^3$) і прісних з підвищеною мінералізацією ($0,6-1,0 \text{ г/дм}^3$) зумовлене тим, що за сучасними гігієнічними вимогами при межі мінералізації для питної води 1 г/дм^3 оптимальним вважається інтервал $0,15-0,6 \text{ г/дм}^3$ (згідно з вимогами Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) до води вищої питної якості). Державними санітарними нормами і правилами (ДСанПіН 383-96) Мінохорони здоров'я України «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого водопостачання», введеними в дію з 01.01.2000 р., за фізіологічною повноцінністю мінерального складу рекомендується споживати питну воду з мінералізацією $\geq 100 \leq 1000 \text{ мг/дм}^3$.

За певних екстремальних умов та у посушливих районах із дефіцитом прісної води може допускатися споживання питної води з більш високою

мінералізацією – слабосолоної (до 3 г/дм³). При цьому допустимою вважається мінералізація 2,0-2,5 г/дм³, граничною – 2,5-3,0 г/дм³.

До градації середньосолоних вод (3,0-15,0 г/дм³) входять, в першу чергу, мінеральні води, які придатні для внутрішнього вживання за рекомендацією лікаря. Солоні води (15-35 г/дм³) – це морські води та мінеральні лікувальні води з мінералізацією, оптимальною для зовнішнього застосування. Сильно солоні води (35-50 г/дм³) – це, в першу чергу, води морів, солоність яких перевищує середню солоність вод Світового океану.

Розсоли – природні води з мінералізацією понад 50 г/дм³. Природні розсоли зустрічаються як у поверхневих водоймах, так і серед підземних вод. Як правило, вони характеризуються хлоридно-натрієвим, хлориднокальцієво-натрієвим або хлоридно-кальцієвим складом і є зміненими водами морського походження. Формуються внаслідок посиленого випаровування води з поверхні водних об'єктів і внаслідок вилугування соляних покладів поверхневими або підземними водами.

Розроблена класифікація природних вод за мінералізацією може застосовуватись як при теоретичних гідрохімічних дослідженнях, так і при виконанні прикладних гідрохімічних і гідроекологічних досліджень, пов'язаних з оцінкою якості природних вод для їх використання в різних цілях [16].

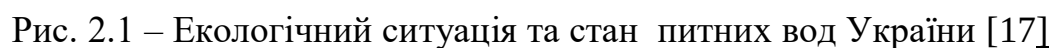
2 МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ЯК ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ВОД ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Більшість жителів нашої країни, вважають, що Україна добре забезпечена водними ресурсами. З цим твердженням можна погодитися, якщо порівнювати ці значення з такими країнами як ОАЄ, Кіпр, Сингапур. Але потрібно констатувати той факт, що ситуація з якісною водою дуже складна. За запасами прісної води наша держава вважається однією з найменш забезпечених у Європі. Ми можемо забезпечити лише 1 тис. кубометрів води на 1 жителя. Для порівняння: у Швеції та Німеччині це – 2,5 тис. кубометрів, у Франції – 3,5, у Великобританії – 5. Близько 1300 наших населених пунктів живуть на привізній воді, а це близько 1 мільйона громадян. Разом з тим, обсяг водоспоживання в Україні за останні 20 років зріс приблизно вдвічі. Основним споживачем прісної води є промисловість, далі йдуть сільське і комунальне господарство.

Голова Асоціації риболовів України О. Чистяков в одному із інтерв'ю дуже влучно охарактеризував стан водних ресурсів України: «На сьогодні в Україні налічується 63 тисячі річок, 1,1 тисяч водосховищ, 40 тисяч озер, 400 тисяч ставків. У нас 1 мільйон 100 тисяч гектарів прісної води, і в той же час ми на європейській карті позначені як маловодна країна. Тому що ми так забруднили свої водойми, що не можемо брати з них питну воду.»

На рис. 2.1 показано схема забруднення поверхневих і підземних вод, а так само морських узбережь. Екологами визнано непридатними для пиття на Україні понад 60% української води.

Водні ресурси України є обмеженими і дуже нерівномірно розподіленими за територією. Запаси підземних вод також розподілені нерівномірно. Близько 75% з них зосереджено у Волино-Подільському та Дніпровсько-Донецькому артезіанських басейнах. Слабко забезпечені підземними водами південні регіони та Донбас.



Напружена ситуація з водопостачанням склалася у межіріччі ДніпроСіверський Донець, у Запорізькій та Дніпропетровській областях. Залишається невирішеною проблема водопостачання південних районів країни (Одеська і Миколаївська області). До того ж через обмежені водні ресурси й забруднення води р. Дністер виникли проблеми використання.

Висунутий свого часу проект розв'язання проблеми водопостачання в комплексі будівництва каналу Дунай-Дніпро не було реалізовано.

Найпроблемніші за еколого-гігієнічним станом вододжерела виявлено в Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Луганській та Одеській областях. Вони розташовуються у південному та східному регіонах України, де, крім дефіциту вологи та високих температур у теплий період року, забрудненню водою сприяють скиди господарсько-побутових і промислових стічних вод без відповідної обробки.

Основним джерелом централізованого водопостачання Миколаївської ПМА є поверхневі води р. Дніпро. Значення сухого залишку у воді із річки Дніпро і водопровідній води Миколаївської ПМА відповідають нормативним вимогам. На території міста експлуатуються також артезіанські свердловини, воду яких використовує для господарсько-питних цілей незначна частина населення. За значенням сухого залишку ПВ окремих районів міста перевищують максимальну норму (1976 - 6073 мг/дм³).

Крім поверхневих водою, до водопостачання залучено підземні джерела. Вони є важливим, а подекуди єдиним джерелом водопостачання населення, особливо сільського. При цьому близько половини обсягів підземної води, що подається тільки комунальними водопроводами, не відповідає чинному стандарту на питну воду [7].

У більшості випадків це зумовлено надлишковим вмістом мінеральних речовин у водовмісних ґрунтах, де формуються підземні води. Під наглядом санітарно-епідеміологічних станцій перебуває близько 19139 централізованих систем питного водопостачання. При цьому частка водопроводів, які не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам, постійно зростає [18].

У промисловості найбільш значними водокористувачами є енергетика, яка забирає 60% усієї свіжої води і 53% оборотної, чорна металургія – 17 і 22 %, хімічна і нафтохімічна – 6 і 10 %, харчова промисловість – 5 і 3 %. Ці самі

вodomісткі галузі використовують близько 83% всієї забраної води у промисловості. За рахунок впровадження оборотних систем водопостачання досягнуто економії свіжої води, %: у паливній промисловості – 89, чорній металургії – 83%, хімічній і нафтохімічній – 87, лісовій – 68. За рахунок впровадження оборотного водопостачання зменшується об'єм скидання стічних вод.

У промисловості вода використовується для виготовлення розчинів, охолодження і нагрівання рідин та газів, очищення розчинів і газових сумішей, для транспортування сировини, теплоенергетичних потреб, видалення відходів, миття обладнання, тари, приміщень тощо.

Для кожної з галузей промисловості є свої вимоги, щодо рівня мінералізації води що залежить від призначення води і вимог технологічного процесу. Адже від цього залежить обладнання яке буде використовуватися (відкладення солей на стінках труб і котлів, засмічення апаратури, корозія сталі, бетону і інших матеріалів), якість продукту який виробляється (цукрова промисловість оскільки підвищена концентрація солей ускладнює варку і кристалізацію цукру).

В залежності від необхідного рівня мінералізації води для використання її в промислових цілях, підприємства можуть бути первинними водокористувачами або вторинними. Це залежить від економічного обґрунтування необхідної кількості води, якості а також необхідності встановлення додаткових систем очищення води перед використанням у технологічних процесах.

Сільське господарство є одним із найбільших водоспоживачів. У сільськогосподарському виробництві щороку використовується від 20 до 40 % загального водоспоживання, що значною мірою визначає перспективи використання води в тому чи іншому районі та напрям необхідних водогосподарських заходів.

Основними водоспоживачами в сільському господарстві є зрошення, обводнення і сільськогосподарське водопостачання тваринницьких ферм,

тракторних парків та ін. На відміну від промисловості, де можлива інколи заміна води в технологічному процесі, в сільському господарстві її замінити не можна.

Користування водами для потреб сільського господарства згідно зі статтею 65 «Особливості спеціального водокористування та користування водними об'єктами для потреб сільського і лісового господарства» Водного кодексу України здійснюється у порядку як загального, так і спеціального водокористування.

Крім зрошення, велика кількість води витрачається на сільськогосподарське водопостачання, зокрема тваринницьких ферм, для напування тварин, промивки молочного устаткування, приготування кормів, гідроприбирання, санітарно-гігієнічних і господарсько-побутових потреб обслуговуючого персоналу.

Вода, яку використовують для технологічних потреб, може бути переважно не питної якості, що дає змогу широко застосовувати системи повторного та оборотного водопостачання.

У районах із дефіцитом води на тваринницьких комплексах і фермах на згадані цілі може використовуватися вода як питної якості, так і мінералізована, з допустимою мінералізацією для тварин відповідно до СНиП II-31-74 [19].

Споживання і якість води мають величезне значення для стану здоров'я і продуктивності сільськогосподарських тварин.

Організм на 50-60% складається з води. Вода становить близько 87% молока. Мінералізація води відбивається на їх якості. Сукупне добове споживання мінеральних речовин сільськогосподарськими тваринами включає в себе і ті з них, які містяться у воді, тому показники вмісту цих елементів повинні враховуватися в рамках будь-якого розумного підходу до оцінки мінерального балансу готового раціону [20].

У практиці водопостачання зустрічаються різні системи, які централізовано забезпечують споживачів водою.

Об'єднана система забезпечує всі три види споживачів, як правило, водою питної якості. Такі системи доцільні у тих випадках, якщо промисловість споживає воду питної якості або порівняно невелику кількість води. Ці системи більш прості і мають відносно меншу будівну ціну мережі, яка складає, як правило, біля 60% ціни всієї системи водопостачання. Неповну роздільну систему використовують у випадку, коли промисловість споживає значну кількість води, вимоги до якості якої невисокі. В цьому випадку будівництво об'єднаної системи становиться не вигідним, бо невиправдані витрати на очистку води для потреб промисловості до питної якості приводять до значного подорожчання будівництва і експлуатації водопровідної системи.

На жаль в Україні, найчастіше використовується, об'єднана система водопостачання, яка найгірша з екологічної точки зору. Тому доцільно велику увагу звертати, саме на якість води саме для неї.

Для водопостачання населених пунктів і більшості промислових підприємств найбільш придатним є підземні (особливо артезіанські і джерельні) слабкомінералізовані води. Для господарсько-питного водопостачання слід також максимально використовувати ресурси підземних вод, які відповідають санітарно-гігієнічним вимогам. Мінералізація води відноситься до хімічних показників якості води, і впливає на її смакові властивості.

Системами централізованого водопостачання України охоплено 100% міст, 91% селищ міського типу, 19,5% сіл [21]. Так як недостача так і перевищення гранично допустимих концентрацій мінералізації негативно впливає на стан здоров'я населення, тому для такого показника якості складаються відповідні нормативи.

Якість води регламентується різними нормативними документами, основними з яких є [22]:

– Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10.01.2002 р. №2918-III;

– ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», затверджені наказом МОЗ №400 від 12.05.2010 р.;

– ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування».

За фізіологічною повноцінністю мінерального складу питної води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 норматив з мінералізації (сухому залишку) встановлено в межах 200-500 мг/дм³ (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Нормативи по сухому залишку (мінералізації) питної води

Показник	Водопровідна вода	Вода з колодязів і каптажів джерел	Фасована вода, з пунктів розливу та бюветів
Сухий залишок, не більше, мг/дм ³	1000 (1500) ¹	1500	1000

¹ Норматив, зазначений у дужках, має право використовувати підприємство питного водопостачання до 1 січня 2020 року в окремих випадках, пов'язаних з особливими природними умовами й технологією підготовки питної води, що не дозволяє довести якість питної води до жорсткішого нормативу.

Вода яка відбирається з водних об'єктів, часто має перевищення або нестача мінералізації, в результаті дії природних та антропогенних чинників, тому потребує попередньої підготовки.

Для води, яка потребує надання води мінералізованості використовують іонні розчини, та такі методи водоочистки як гіперфільтрація, переведення іонів у малодисоційовані сполуки, фіксація іонів на твердій фазі іонітів, сепарація іонів за різного фазового стану води, переведення іонів у малорозчинні сполуки, мікробне виділення іонів металів, використання мобільності іонів в електричному полі.

Вода, яка характеризується підвищеним рівнем мінералізації, потребує водоочищення за допомогою дистиляції, гіперфільтрації, виморожування.

Для питного водопостачання більше підходять підземні води, адже вони менше забруднені зовнішніми чинниками. Проте ґрунтові води, які широко використовуються для сільськогосподарського водопостачання, відносяться до категорії незахищених і не можуть бути джерелом господарсько-питного водопостачання. Підземні води півдня України характеризуються підвищеними рівнем мінералізації [22].

Серед основних причин відхилення стану водопроводів від гігієнічних вимог домінує відсутність водоохоронних зон (76-69 %), необхідного комплексу очисних споруд (13-18 %) та знезаражувальних установок (16-22 %). Відсутність зон санітарної охорони є найбільш характерною для сільських водогонів (понад 50 % об'єктів). Частка відомчих водопроводів, які не мають водоохоронних зон, становить 11-15 %, а комунальних – 5-8 %. Необхідний комплекс очисних споруд відсутній у 6-7,5 % сільських, 4-5 % відомчих та 3-5 % комунальних водопроводів. Відсутність знезаражувальних установок також частіше відзначається на сільських водогонях (11-13 %). Для відомчих і комунальних водогонів цей показник становить 3-4 та 2-3 % відповідно.

У більшості регіонів України основною причиною відхилення від гігієнічних вимог є відсутність на водопроводах зон санітарної охорони. Водночас у Дніпропетровській (100 %), Черкаській (100 %), Житомирській (85,5 %), Закарпатській (55,0 %), Львівській (55,0 %), Київській (48,6 %) областях та місті Севастополь (50,0 %) значний відсоток водопроводів не має повного комплексу очисних споруд. Відсутність знезаражувальних установок характерна для багатьох водогонів Івано-Франківської (100 %), Донецької (71,2 %), Тернопільської (50 %), Луганської (41,4 %), Житомирської (41,9 %), Закарпатської (40,0 %), Одеської (33 %) областей, АР Крим (43,1 %) і м. Севастополя (50 %). Найбільша кількість проб питної води з мереж України відхиляється від нормативів чинного стандарту за органолептичними показниками (63-72 %). Проби питної води з

наднормативною загальною мінералізацією становлять 23-28 %. Найгірша якість питної води у системах централізованого водопостачання з відхиленням від державних санітарних норм і правил за санітарно-хімічними показниками реєструється у Луганській (35,1 %), Запорізькій (20,0 %), Дніпропетровській (19,6 %), Миколаївській (17,5 %), Херсонській (16,1 %) та Київській (15,7 %) областях. Бактеріологічне забруднення, яке перевищує нормативи, частіше фіксується у Тернопільській (7,4 %), Закарпатській (7,3 %), Харківській (7,2 %), Вінницькій (7,0 %), Миколаївській (6,9 %) та Кіровоградській (5,6 %) областях.

Таким чином, проблеми водопостачання населення та якості питної води значно загострилися, особливо в останні роки, і потребують комплексного вирішення. Основна кількість водоочисних споруд була побудована понад 40-50 років тому й морально застаріла. На більшості з них застосовуються недосконалі технології, реагенти і матеріали, що не здатні перешкоджати потраплянню у питну воду речовин, дія яких на організм людини може негативно вплинути на її здоров'я [18].

В табл. 2.2 вказані середні значення сухого залишку вод систем централізованого водопостачання окремих промислово-міських агломерацій [23]. Найбільшим показником, є води із Червонопавлівського водосховища.

Ефективність очищення, вод на прикладі Одеської області можна побачити у табл. 2.3.

Показники сухого залишку в підземних водах верхньосарматського водоносного горизонту коливаються від 1026,6 мг/дм³ (вул. Комсомольська, 66-а) до 4815,5 мг/дм³ (вул. Червоноармійська, 2-а), середнє значення ($n = 15$) – 2260,0 мг/дм³, тобто, воно набагато перевищує за максимальну фізіологічну норму (500,0 мг/дм³). Але в окремих свердловинах значення сухого залишку коливається у межах 1026,6-1246,8 мг/дм³, що дещо нижче за норматив, встановлений для питної води з колодязів та каптажів [7].

Таблиця 2.2 – Середні значення сухого залишку (мг/дм³) питних вод системи централізованого водопостачання окремих промислово-міських агломерацій України

Показник	Діапазон значень
<u>Вода із річки Дністер</u> Водопровідна вода, Одеська ПМА (2014-2015 рр.)	<u>371,53 ± 43,4</u> 376,05 ± 36,5
<u>Вода із річки Дніпро</u> Водопровідна вода, Миколаївська ПМА (2005-2014 рр.)	<u>384,0 ± 41,1</u> 300,17 ± 33,2
<u>Кайдацький водозабір, р. Дніпро</u> Кайдацький водозабір, РЧВ Дніпровська ПМА (2015 р.)	<u>241,5 ± 23,2</u> 267,4 ± 24,5
<u>Ломовський водозабір, р. Дніпро</u> Кайдацький водозабір, РЧВ Дніпровська ПМА (2011-2015 р.)	<u>267,8 ± 25,1</u> 282,3 ± 25,6
Водопровідна вода, після ДВС-1, ДВС-2 Запорізька ПМА (2016 р.)	300,7 ± 24,9
<u>Аульський водозабір, р. Дніпро</u> Аульський водозабір, РЧВ Дніпровська ПМА (2015 р.)	<u>250,6 ± 22,4</u> -
Вода із річки Сіверський Донець, Харківська ПМА (2006-2010 рр.)	532,6 ± 33,2
Вода із Червонопавлівського водосховища, Харківська ПМА (2006-2010 рр.)	902,0 ± 44,3
Водопровідна вода, Харківська ПМА (2008 р.)	633,0 ± 37,2

Водопостачання Львівської промислово-міської агломерації здійснюється з підземних джерел, які знаходяться на відстані 20-110 км по всій території Львівської області. Одним із основних є ВГ верхньокрейдяних відкладів. Результати аналізу води, що подається в централізовану систему водопостачання Львівської промислово-міської агломерації (за 2011-2012 рр., за даними ЛМКП «Львівводоканал»), показали, що в деяких водозаборах значення сухого залишку в межах 515,49-649,42 мг/дм³, що є вище за нормативні значення цих показників фізіологічної

повноцінністю мінерального складу питної води. У пробах води, відібраних на насосних станціях («межа міста»), також зафіксовано перевищення нормативних значень сухого залишку ($591,07\text{--}632,13 \text{ мг/дм}^3$) [24].

Таблиця 2.3 – Середні значення сухого залишку
у підземних водах із окремих бюветних комплексів
Одеської промислово-міської агломерації

№ бювету (кількість проб - n)	Сухий залишок, мг/дм ³	
	до очищення	після очищення
1 (n = 52)	961,49(↑) ± 8,10	344,36 ± 8,60
2 (n = 52)	1115,76(↑) ± 7,44	252,54 ± 9,60
3 (n = 52)	910,22(↑) ± 3,20	386,85 ± 26,44
4 (n = 51)	811,26(↑) ± 7,89	511,29 (↑) ± 28,83
5 (n = 51)	825,30(↑) ± 8,95	249,98 ± 37,12
6 (n = 44)	903,04(↑) ± 13,60	237,87 ± 41,13
7 (n = 51)	957,90(↑) ± 5,02	284,57 ± 22,33
8 (n = 49)	1071,49(↑) ± 9,64	391,86 ± 27,33
9 (n = 52)	1136,51(↑) ± 6,49	417,28 ± 23,87
10 (n = 52)	1118,50(↑) ± 6,14	285,09 ± 19,28
11 (n = 51)	4069,92(↑) ± 6,35	263,73 ± 48,37
12 (n = 51)	1094,05(↑) ± 7,60	253,45 ± 29,04
13 (n = 51)	911,17(↑) ± 2,95	299,88 ± 38,43
14 (n = 48)	909,32(↑) ± 5,29	230,30 ± 23,78
15 (n = 26)	1208,29(↑) ± 4,95	208,04 ± 28,90

В сільському населенні взагалі здебільшого, не проводиться очистки крім крупнодисперсних частинок. Тому деяка вода, централізованого водопостачання не може бути використана у питних цілях, люди використовують її для господарських цілей, або ж встановлюють вдома очисне обладнання. Міське населення, при незадовільній якості вод центрального водопостачання використовують воду з бюветів та бутильовану.

Іншими джерелами в сільському населенні, може бути вода з власних водозабірних споруд (колодязів, каптажів джерел), але при цьому потрібно враховувати правильність розміщення таких споруд, геологічні складові, а також глибину залягання вод. Час від часу проводити аналізи якості вод, зокрема і величину сухого залишку.

Бюветна вода, більшої мірою залежить від місця забору води. В місті Києві, вода для бюветів береться з підземних водоносних горизонтів келовей-оксфордських, нижньокрейдяних і сеноманських відкладів, байновських відкладів. За хімічним складом води сеноманського водоносного горизонту гідрокарбонатні кальцієві і гідрокарбонатні кальцієво-натрієві. Води юрського водоносного горизонту - гідрокарбонатні кальцій-магнієві. Вони належать до слабо мінералізованих ($0,2-0,4 \text{ мг/дм}^3$). Середня мінералізація проб бюветних вод у порівнянні з гранично допустимою мінералізацією для стандарту води питної якості представлена на рис. 2.2. [24]

Таким чином можна зробити висновок, що бюветна вода міста Київ, за показником якості мінералізація, повністю відповідає нормативним вимогам.



Рис 2.2 – Середня мінералізація проб бюветних вод

Після очищення підземних вод у бюветних комплексах їх мінералізація звичайно знижуються до оптимального значення, але істотно знижуються також і концентрації кальцію, магнію та інших есенціальних елементів.

Фасована вода, не завжди містить повну інформацію про рівень мінералізації води, так взявши 5 марок мінеральної води українського виробництва ТМ “Vittel”, ТМ «Моршинська», ТМ «Бонаква», ТМ «Трускавецька, ТМ «Бон Буассон», лише у 3 з цих марок на етикетці людина може дізнатись про рівень мінералізації ТМ «Моршинська» (0,1-0,4) , ТМ «Трускавецька (0,25-0,9), ТМ «Бон Буассон» (0,2-0,5).

Для покращення, якості вод за хімічним показником мінералізація потрібно перш за зменшити антропогенний вплив на середовище. Також потрібно проводити заходи, на державному рівні по реконструкції, вдосконалені та замінені обладнання водопостачання на більш сучасне. Запровадження більш жорсткого контролю, за скидами в води забруднюючих речовин, встановлення штрафів, та методів заохочення переходу виробництв на більш екологічне обладнання та встановлення очисних споруд, для зменшення рівня мінералізації у стічних водах. Забезпечення, постійного якісного контролю за рівнем мінералізації вод, з різних джерел. Мінімізація використання бутильованої води, адже це дорожче ніж з інших джерел, а також відбувається негативний вплив тари на навколишнє середовище.

Середній вміст (мг/дм^3) основних іонів в річкових водах в інтервалі мінералізації $0,1-2,0 \text{ г/дм}^3$, розрахований В.В. Яковлєвим [26] за даними [27, 28], наведений у табл. 2.4, а середній іонний склад світових підземних вод зони активного водообміну в інтервалі мінералізації $0,1-3,0 \text{ г/дм}^3$ згідно [29] показаний у табл. 2.5.

Збільшення мінералізації вод супроводжується також і зростанням концентрації основних іонів, вміст деяких з яких може перевищувати нормативи для питних вод.

Таблиця 2.4 - Середній вміст (мг/дм³) основних іонів в річкових водах в інтервалі мінералізації 0,1-2,0 г/дм³

Іони	Мінералізація, г/дм ³											
	0,1↓	0,2↓	0,3	0,4	0,5↑	0,6↑	0,7↑	0,8↑	0,9↑	1,0↑	1,5↑	2,0↑
HCO_3^-	48	110	100	110	120	-	-	-	-	-	-	-
SO_4^{2-}	12	30	60	100	140	190	250	300	360	420	780	1150
Cl^-	5	10	20	30	50	60	80	100	130	140	270	450
Ca^{2+}	20↓	50	70	80↑	100↑	110↑	120↑	140↑	160↑	180↑	260↑	340↑
Mg^{2+}	5↓	15	20	25	25	30	35	40	45	45	70↑	90↑
Na^+	10	15	30↑	45↑	65↑	90↑	110↑	140↑	160↑	190↑	330↑	500↑

Таблиця 2.5 - Середній вміст (мг/дм³) основних іонів в світових підземних водах зони активного водообміну в інтервалі мінералізації 0,1-3,0 г/дм³

Іони	Мінералізація, г/дм ³												
	0,1↓	0,2↓	0,3	0,4	0,5	0,6↑	0,7↑	0,8↑	0,9↑	1,0↑	1,5↑	2,0↑	3,0↑
HCO_3^-	54,4	124	156	168	185	195	213	228	243	260	338	380	435
SO_4^{2-}	9	32	57	70	88	99	130	160	189	215	300	340	345
Cl^-	9,9	2,0	15	50	67	87	116	144	171	205	375	600	1155
Ca^{2+}	14↓	28	44	66	90↑	117↑	140↑	160↑	171↑	190↑	255↑	290↑	180↑
Mg^{2+}	3,7↓	8,0↓	13	20	25	33	42	52↑	63↑	65↑	97↑	130↑	105↑
$Na^+ + K^+$	9,0	6,0	15	26↑	45↑	69↑	59↑	60↑	63↑	65↑	135↑	280↑	780↑

Безумовно, як зазначено вище, практично всі основні іони є показниками фізіологічної повноцінності мінерального складу (ФПМС) питної води. Але, на жаль, не для всіх іонів, наведених у таблицях 1 і 2, визначений діапазон оптимальних значень. Ось чому нами в цих таблицях напівжирним шрифтом виділені показники ФПМС питної води, значення яких вищі (↑) або нижчі (↓) за норматив [23].

2.1 Мінералізація питних вод як фактор впливу на здоров'я населення

Організм людини приблизно на 85-90% складається з води, вона відіграє значну роль в життєдіяльності людини, в забезпеченні санітарно-епідемічного благополуччя населення, але в той же час неякісна вода може бути фактором, що негативно впливає на здоров'я людей. Без води людина може прожити лише 5-6 днів. Тому для кожної людини, важливо мати джерело води [30].

Одним із важливих показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води є величина її мінералізації, тобто загального вмісту мінеральних речовин, яка виражається у вигляді суми іонів, всіх мінеральних компонентів або сухого залишку (кількість органічних речовин у сухому залишку звичайно не більше 10%, тому цей показник характеризує загальну мінералізацію питних вод).

Слід зазначити, що Всесвітня організація охорони здоров'я (World Health Organization – WHO) рекомендує значення загальної мінералізації (сухого залишку) – 1000 мг/дм³, Агентство з охорони навколишнього середовища США (Environmental Protection Agency – EPA) – 500 мг/дм³, Директива ЄС про питну воду (Drinking Water Directive) 80/778/ЄС (ухвалена Європейською Радою 15.07.1980 р.) – 1500 мг/дм³. У ДСанПіН 2.2.4-171-10 величина сухого залишку, як санітарно-хімічного показника складає: ≤ 1000 (1500) мг/дм³ (вода водопровідна, вода з колодязів та каптажів джерел); ≤ 1000 мг/дм³ (вода фасована, з пунктів розливу та бюветів). Як показник ФПМС питної води, що визначає адекватність мінералізації біологічним (фізіологічним) потребам організму, у оптимальні значення сухого залишку визначені в діапазоні 200 - 500 мг/дм³. У ДСТУ 7525:2014 наведені нормативні значення для сухого залишку – 1000 (1500) мг/дм³, які відрізняються від оптимальних значень аналогічних показників у. Отже, є ознаки схожості і відмінності щодо оптимальних значень

мінералізації (сухого залишку) питних вод як у державних стандартах України так і у міжнародних вимогах до якості питних вод.

Встановлення залежності між ступенем мінералізації питних вод і станом здоров'я населення є *актуальною задачею*, оскільки значна частина поверхневих і підземних джерел питного водопостачання урбанізованих територій України не відповідають вимогам фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод.

Відомо, що основний хімічний склад природних вод визначається вмістом головних аніонів (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) і катіонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+). Звичайно, у водах материкового стоку, які є основними джерелами питного водопостачання, спостерігаються такі співвідношення: $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$; $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$ або $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$. По мірі збільшення мінералізації води відбувається поступове досягнення межі розчинності слаботорозчинних солей і тому в істотно мінералізованих природних водах спостерігаються діаметрально протилежні співвідношення головних аніонів і катіонів: $\text{HCO}_3^- < \text{SO}_4^{2-} < \text{Cl}^-$; $\text{Ca}^{2+} < \text{Mg}^{2+} < \text{Na}^+$. Головні іони є санітарно-хімічними показниками безпечності та якості питної води. Гідрокарбонати (HCO_3^-) у питній воді визначають лужність, яка у фасованих водах повинна бути $\leq 6,5$ ммоль/дм³. Сульфати (SO_4^{2-}) в кількостях понад 500 мг/дм³ надають воді гіркувато-солонуватого присмаку, вони несприятливо впливають на шлункову секрецію і можуть спричинювати диспепсичні явища (особливо при одночасному великому вмісті Mg^{2+}), тому їх норма у питній воді повинна бути ≤ 250 (500) мг/дм³. Хлориди (Cl^-) надають воді солонуватий присмак і несприятливо впливають на шлункову секрецію. Ось чому вміст Cl^- у питній воді не повинен перевищувати 250 (350) мг/дм³. Високу фізіологічну активність має кальцій, він виконує в організмі різноманітні функції, такі як формування кісткової тканини, мінералізація зубів, регуляція внутрішньоклітинних процесів, регуляція процесів нервової провідності та м'язових скорочень, підтримання стабільної серцевої діяльності. Його надлишок в організмі може спричинити артрит,

остеодистрофію, остеопороз, м'язову слабкість та ін. Дефіцит же кальцію є причиною 147 захворювань (остеопороз, тахікардія, аритмія, побіління рук і ніг, ниркова та печінкова коліки, підвищена дратівливість тощо) Вміст Ca^{2+} у фасованих водах повинен бути ≤ 130 мг/дм³, але за рекомендаціями ВООЗ, оптимальний його вміст визначається в діапазоні 20-80 мг/дм³. Найважливішим внутрішньоклітинним елементом є магній. Нормальний рівень Mg в організмі необхідний для забезпечення багатьох життєво важливих процесів; особливе він зміцнює імунну систему. Надмірна ж кількість Mg спричиняє послаблювальний ефект. А зі зниженням концентрації Mg в крові спостерігаються симптоми збудження нервової системи аж до судом. Зменшення вмісту Mg в організмі призводить до збільшення вмісту Ca , надмірна кількість Mg – до дефіциту Ca і P . Оскільки основна частина Mg потрапляє до організму людини з продуктами харчування, то питання щодо значення концентрації Mg^{2+} в питних водах є дискусійним, але така форма магнію характеризується більш вірогідним ступенем біонакопичення, ніж магній у продуктах харчування. Припускають, що вміст Mg^{2+} в питних водах може бути вирішальним для тих людей, які отримують його в незначних кількостях з продуктами харчування, але в той же час п'ють воду з високим вмістом Mg^{2+} . Виявлено зв'язок між вмістом магнію у воді й серцевому м'язі, у скелетному м'язі й коронарних артеріях. Нормативний вміст Mg^{2+} у фасованих водах повинен бути ≤ 80 мг/дм³, але за рекомендаціями ВООЗ його оптимальний вміст Mg^{2+} визначається в діапазоні 10-30 мг/дм³. Натрій є життєво важливим міжклітинним та внутрішньоклітинним елементом, який забезпечує необхідну буферність крові, регулює кров'яний тиск, водний обмін, активізує травні ферменти, регулює нервову та м'язову тканини. Із вмістом натрію пов'язують також спроможність тканин утримувати воду. При високій концентрації Na^+ (водночас дефіцит Ca^{2+}) утворюється специфічна лужна фосфатаза, що є біохімічним маркером таких захворювань як остеопороз, остеомаліяція. Вважається, що загальна зміна мінерального складу питної води

позначається на здоров'ї людини через багато років, а зниження концентрації Ca^{2+} і Mg^{2+} в питній воді відбивається на самопочутті практично миттєво. Na^+ є санітарно-токсикологічним показником безпечності та якості питної води і його вміст складає ≤ 200 мг/дм³.

Група дослідників з Інституту екології людини та гігієни навколишнього середовища імені А.Н. Сисіна під керівництвом Г.І. Сидоренка і Ю.А. Рахманіна встановила, що демінералізована вода справляє негативний вплив на організм як людини, так і тварин. Вони дійшли висновку, що загальна мінералізація питної води повинна становити не менш 100 мг/дм³ (200-400 мг/дм³ для хлоридно-сульфатних і 250-500 мг/дм³ для гідрокарбонатних вод) з вмістом $HCO_3^- \leq 30$ мг/дм³, $Ca^{2+} \leq 30$ мг/дм³, лужності $\leq 6,5$ ммоль/дм³, $Na^+ \leq 200$ мг/дм³, $B \leq 0,5$ мг/дм³, $Br \leq 0,01$ мг/дм³.

Доведено, що питна вода підвищеної мінералізації ($3050 \pm 10,9$ мг/дм³) та жорсткості ($8,6 \pm 1,7$ ммоль/дм³) – фактор високої інтенсивності, який може несприятливо впливати на специфічні функції жіночого організму, а саме на менструальну та дітородну, а також на протікання вагітності і пологів і як слідство на організм новонародженого. Такий якісний склад води може обумовлювати і підвищену гінекологічну захворюваність. Експериментальними дослідженнями було доведено, що вода підвищеної мінералізації має ембріотоксичну дію, що проявляється втратою маси тіла тварин, порушенням регулярності естрального циклу та збільшенням предімплантаційної загибелі яйцеклітини і зниженням маси плоду.

Питна вода з підвищеною мінералізацією впливає на секреторну діяльність шлунку, порушує водно-сольовий баланс, що призводить до різних небажаних фізіологічних відхилень в організмі (перегрів в спекотну погоду, порушення почуття втамування спраги, збільшення гідрофільності тканин, зміна секреції шлунку, посилення його моторної функції і перистальтики кишечника і т. д.). З іншого боку, тривале вживання маломінералізованої води може викликати і несприятливі фізіологічні

порушення в організмі (зокрема, зменшення вмісту хлоридів в тканинах і ін.). Споживання води з занадто малою мінералізацією негативно впливає на механізми гомеостазу, обмін мінеральних речовин і води в організмі (посилюється виділення рідини – діурез). Пов'язано це з вимиванням внутрішньо- і позаклітинних іонів з біологічних рідин, їх негативним балансом. Слід зазначити, що демінералізована вода має не тільки незадовільні органолептичні показники, а й негативно впливає на організм людини. За можливими наслідки споживання питної води, збідненої мінеральними речовинами, виділяють такі категорії: 1) прямий вплив на слизову оболонку шлунку, метаболізм і гомеостаз мінеральних речовин, інші функції організму; 2) незначне надходження Ca^{2+} і Mg^{2+} ; незначне надходження інших макро- і мікроелементів; втрати Ca^{2+} , Mg^{2+} та інших макроелементів у процесі приготування їжі; 3) можливе зростання надходження в організм токсичних металів.

А.В. Мокієнко [31], проаналізувавши опубліковані роботи, наводить різні точки зору щодо впливу мінералізації води на здоров'я людини. Так, знесолена (наприклад, дистильована) вода негативно впливає на життєдіяльність організмів різних трофічних рівнів (рослин, безхребетних і хребетних тварин), а також функціонування їх клітин. Разом з тим, не можна не враховувати той факт, що сьогодні населення більшості великих міст, зокрема, Санкт-Петербургу, Нью-Йорку, Сієтлу, Бостону, Балтімору, Денверу, Сан-Франциска, чималої кількості міст Сибіру вживають для пиття воду низької або дуже низької мінералізації (30 - 90 мг/дм³). Це підтверджується тим, що навіть при найретельнішому медичному контролі не виявлено будь-якого несприятливого впливу води з вкрай низьким солевмістом на організм людини. Результати експериментальних досліджень по нормуванню сольового вмісту питних вод засвідчили, що до оптимального варіанту можна віднести води з мінералізацією 100 мг/дм³, але слід зазначити: думки щодо мінімального рівня мінералізації питної води лишаються досить суперечливими. Слід зазначити, що тривале вживання

питної води з надлишком або дефіцитом основних іонів (складових мінералізації) помітно впливає на здоров'я людини. Показано, що найбільш залежними від гідрохімічного складу питної води є ендемічні хвороби, хвороби кровотворної системи та шлунково-кишкового тракту. Для вод гідрокарбонатного класу оптимальною вважають мінералізацію 400 мг/дм^3 з вмістом Ca^{2+} 60 мг/дм^3 і Mg^{2+} 26 мг/дм^3 . Вивчення впливу катіонного складу та жорсткості питної води на захворюваність населення злоякісними новоутвореннями показало, що загальна жорсткість питної води при вмісті Ca^{2+} $46,3\text{-}144,4 \text{ мг/дм}^3$ і Mg^{2+} $43,1\text{-}131,1 \text{ мг/дм}^3$ безпечно впливає на поширення таких новоутворень. Встановлено також зворотну кореляційну залежність між частотою виникнення злоякісних новоутворень і вживанням питної води певної жорсткості.

У сільській місцевості, населення більш вразливе до погіршення здоров'я, адже здебільшого питна вода не піддається доочистці. Так при дослідженні води з централізованих і децентралізованих джерел водопостачання Гуляйпільського району Закарпатської області, було виявлено, що такий показник як сухий залишок не відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 „Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною”. Найбільші відхилення постійно реєструються у свердловинах наступних селищ: Долинка ($2265,10 \text{ мг/дм}^3$), Комсомольського ($1970,87 \text{ мг/дм}^3$), Мирного (1731 мг/дм^3), Успенівки ($2182,2 \text{ мг/дм}^3$), Новомиколаївки ($2072,4 \text{ мг/дм}^3$). Відповідає гігієнічним вимогам або спостерігаються незначні відхилення за величиною загальної мінералізації у питній воді селищ: Любимівка, Залізничне, В. Терсі, Приютне, Новозлатопілля (від 995 до 1100 мг/дм^3).

Необхідно відзначити, що у деяких населених пунктах (Воздвижівка, Успенівка, Долинка), де питна вода перевищує регламентовані показники загальної мінералізації (від $1,11$ до $2,26$ разу), а тому і смакові властивості її незадовільні (має гірко-солоний присмак), більша частина сільського населення користується привізною питною водою. Встановлено, що найгірша

якість питної води спостерігається в Комсомольській та Успенівській лікарняних дільницях. Рівень загальної мінералізації на території дослідного району коливався в межах (1731,9- 1970,87) мг/дм³ у Комсомольській та (1350,8- 2182,2) мг/дм³ в Успенівській дільницях.

При таких різних рівнях мінералізації, було проведено дослідження як, впливати буде рівень мінералізації води на стан здоров'я населення.

Результати дослідження дозволили встановити причинно-наслідковий зв'язок між понаднормованим мінеральним складом питної води Гуляйпільського району та постійним ростом захворювань: IX класу (I00-I99), (I10-I15), (I20-I25), XIV класу (N20-N23). Показано, що ефект дії сольового складу питних вод на мешканців Гуляйпільського району залежить від ступені мінералізації, поєднання солей, а також від стану організму в цілому.

У населених пунктах Гуляйпільського району, де доросле населення вживає високомінералізовану питну воду, захворюваність на деякі нозологічні форми перевищує середньорайонний і середньообласний показники протягом 2008-2012 років. Захворюваність дорослого населення Гуляйпільського району на камені нирок і сечовивідних шляхів в сільських населених пунктах (Мирне і Комсомольське) Комсомольської лікарняної дільниці перевищує середній районний показник в 2,58 разів і становить (179,90±0,32) випадків на 100 000 населення, в 1,26 разів у Воздвижівській лікарняній дільниці (87,66±0,28) випадків захворювань на 10 000 населення.

Встановлено, що загальна мінералізація питної води с. Мирного і Комсомольського становить (1970,87 і 1731,9) мг/дм³ відповідно і перевищує середній рівень мінералізації по району (за винятком сіл Успенівки, Долинки і Новомиколаївки, де населення користується 83 Гігієна населених місць. №64. 2014 © ДУ ІГМЕ переважно привізною водою з села Залізничного та міста Гуляйполя). Виявлений найнижчий рівень захворюваності за класами IX (I00-I99), (I10-I15), (I20-I25), та XIV (N20-N23) МКХ-X в Гуляйпільській і

Новозлатопільській лікарняних дільницях, де сольовий склад питної води відповідає вимогам ДСанПіНу 2.2.4-171-10.

Виявлено вірогідно нижчий рівень захворюваності по окремим нозологічним формам серед дорослого населення Гуляйпільської лікарняної дільниці: IX клас (I00-I99) ($2626,17 \pm 1,55$) випадків; IX клас (I10-I15) ($1250,16 \pm 0,01$) випадків; IX клас (I20-I25) ($428,44 \pm 0,21$) випадків; XIV клас (N20-N23) ($38,60 \pm 0,08$) випадків захворювань на 10 000 населення [32].

Таким чином, можна сказати, що межа сухого залишку, була раніше встановлена по органолептичній ознаці 1000 мг/дм^3 . Води з високим вмістом солей мають солоний або гіркуватий смак. Встановлено, що незадовільний стан мінеральної води, спричиняє негативний вплив на здоров'я населення.

З МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ЯК ПОКАЗНИК ЛІКУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНИХ ВОД

3.1 Мінералізація як показник мінеральних лікувальних вод

Всі речовини на Землі повинні мати своє місце адже природа знає краще. Як вже було сказано, підвищена мінералізація води негативно впливає на здоров'я людей, але в той же час людині потрібні всі ті макро- та мікроелементи які входять до складу мінералізації води. Інколи коли людина хворіє, її організму потрібні ті чи інші хімічні елементи для покращення її здоров'я мінералізацію природних вод використовують у лікувальних цілях.

Лікувальні властивості природних вод, відомі ще з далекої давнини. В минулому, мінеральні води використовували як один з видів медицини та використовувалися церквами, нею обливалися, купалися в водоймах, приймали ванни. Польський лікар В. Очко в 1578 році, вперше описав мінеральні води Прикарпаття, джерела курортів Шкла, Великого Любена, Немирова, Трускавця. Загалом в Україні знаходиться більше 200 розроблених джерел мінеральних вод.

Мінеральні води бувають різні за своїм хімічним складом, що впливає на цільову здатність їх використання у лікувальних цілях. Тому виникала проблема упорядкування даних, та створення єдиної класифікації мінеральних вод.

Перші критерії оцінки мінеральних лікувальних вод розроблені хіміком Грюнхутом і прийняті Наугеймською радою у 1911 р. За цими критеріями оцінювали 14 різних параметрів складу води, за перевищення яких вода, як вважали, змінювала якість питної на якість мінеральної, тобто лікувальної. Нагадаємо, «мінеральної», а не «мінералізованої», оскільки рівнозначними були «сухий залишок» (мінералізація), вміст літію, стронцію, вуглекислоти, радону тощо, тобто компонентів з бальнеологічними властивостями. Такий принцип виділення мінеральних вод з усього розмаїття природних вод залишився до теперішнього часу.

У 20-ті роки ХХ століття в класифікаціях природних (і мінеральних, в т.ч.) вод закріпився принцип аналізу хімічних властивостей (класифікації А.А. Лозинського, Н.С. Звоницького, С.А. Щукарєва, Е.Е. Карстенса В.А. Александрова, В.А. Александрова та ін.).

Найпопулярнішою була класифікація Іванова-Невраєва [33], в ній більшість критеріїв аналізувалися на основі фармакотерапевтичної практики застосування лікарських засобів, які містять у своєму складі компонент (наприклад, йод, бром, залізо). Деякі критерії визначили за результатами різних дослідів (наприклад, вуглекислий газ, сульфіді). Класифікація Іванова-Невраєва була прийнята і протягом деякого часу була базою для розробки інших документів. З часу виходу класифікації Іванова-Невраєва минуло понад 50 років. Життя потребує введення нової класифікації. Потрібно було створити класифікацію в максимально зручній формі для використання фахівцями різних галузей: гідрогеологами, які займаються пошуками, розвідкою та експлуатацією мінеральних вод, бальнеологами, які призначають лікування мінеральними водами, та іншими спеціалістами, які досліджують їх лікувальні властивості.

Була створена нова українська класифікація мінеральних природних вод [34] – рис. 3.1.

Перш за все, було дано точне визначення мінеральних вод. *Мінеральні води* – це природні підземні води, які справляють на організм людини лікувальну дію, зумовлену підвищеним вмістом основних компонентів (гідрокарбонатів, сульфатів, хлоридів, кальцію, магнію, натрію, калію), специфічних компонентів (газового складу, мікрокомпонентного тощо), або специфічними фізичними властивостями (радіоактивність, температура, структура води, реакція води – pH , Eh , тощо), що тією чи іншою мірою відрізняються від дії питної води.

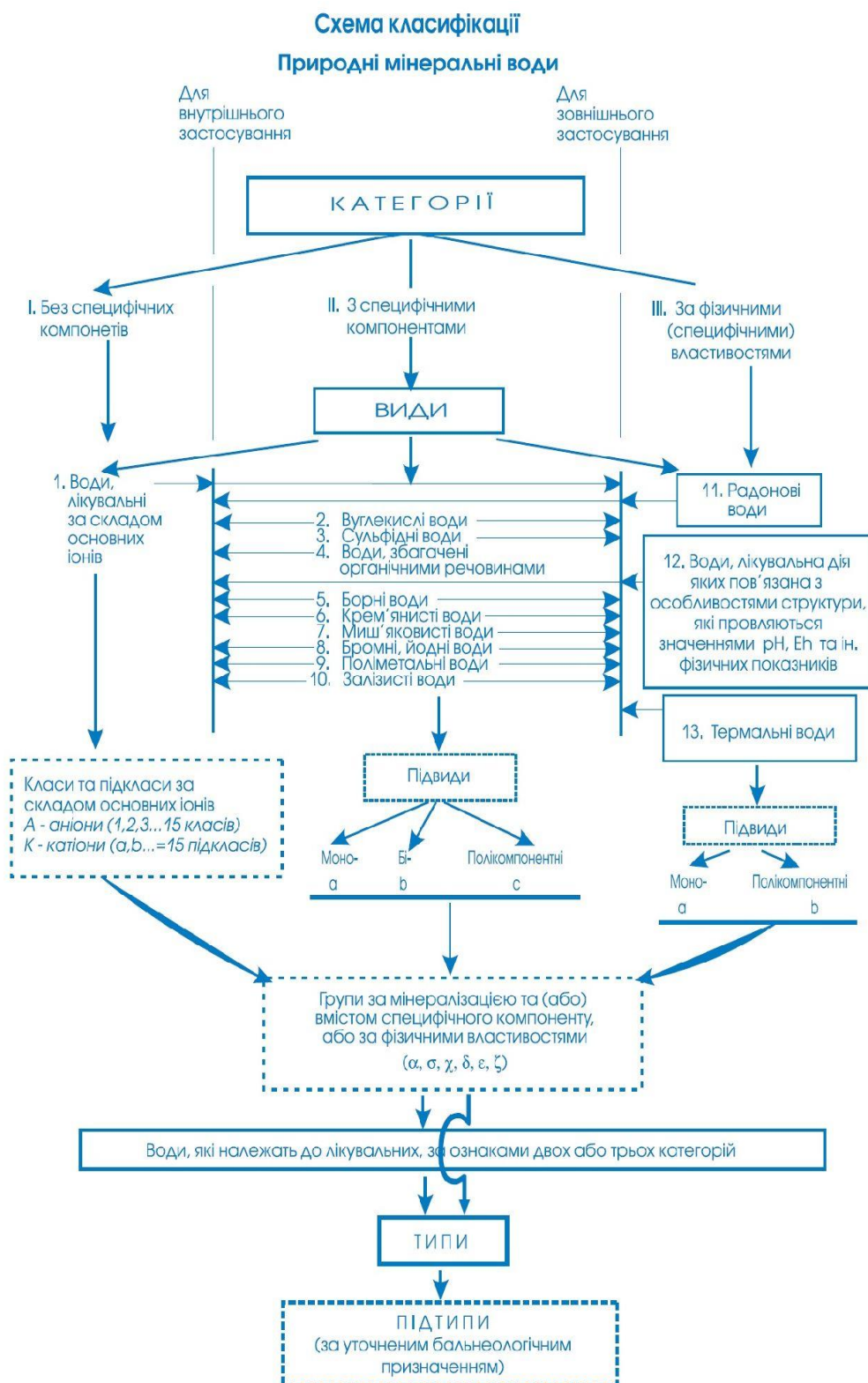


Рис. 3.1 – Схема класифікації мінеральних вод (Шестопапов В.М., Овчиннікова Н.Б., 2018)

Лікувальну дію природних вод визначають три причини: 1) підвищений вміст її основних компонентів; 2) підвищений вміст специфічних компонентів; 3) специфічні фізичні властивості природних вод.

Відповідно до загального визначення терміну «мінеральні води» класифікація починається з розподілу мінеральних вод на три *категорії*: 1) I категорія – «без специфічних компонентів»; 2) II категорія – «з специфічними компонентами»; 3) III категорія – «за фізичними (специфічними) властивостями».

Наступна таксономічна одиниця поділу – *види*. У класифікації використаний наскрізний принцип нумерації видів від I, через II до III категорії. Послідовність побудови – від вод, які за хімічним складом є основою усіх підземних вод (основні іони) з поступовим додаванням «специфіки».

Наступні таксономічні одиниці класифікації – *класи* (за аніонами) і підкласи (за катіонами). Усього 15 класів – за аніонами і 15 підкласів – за катіонами. Їх використовують насамперед для класифікаційного розподілу мінеральних вод категорії I, а, також для додаткової характеристики вод категорій II та III.

Далі йдуть *групи*, які виділяють за мінералізацією, вмістом специфічного компоненту, за кількісними показниками специфічних (фізичних) властивостей (наприклад, термальні, субтермальні, високотермальні).

Наступна таксономічна одиниця – *тип*. Типу відповідає власна унікальна назва води та її бальнеологічна характеристика (внутрішнє або зовнішнє застосування, або і те, і те).

Деякі типи розподілені на підтипи, відповідно до найновіших даних медицини, за якими води одного типу (наприклад, типу «Нафтуса») розподіляють за біологічною відповіддю (розробки Одеського НДІ курортології). Така таксономічна одиниця в «Класифікації мінеральних вод України» є новою, вона не має аналогів у жодній з існуючих класифікацій.

Типи й підтипи розташовані в порядку, що відповідає схемі класифікації, яку ми тільки що обговорили. На початку класифікації розташовані типи I категорії, далі II і III. Типи упорядковані також у міру збільшення номеру виду. Спочатку – води, лікувальні за складом основних компонентів, потім вуглекислі, сульфідні і т.д. В класифікації є ще один підпорядок розташування вод – за складом основних компонентів – за класами і підкласами. Цей порядок легко і зручно можна визначити за таблицею-додатком «Типізація вод без специфічних компонентів». Додатково пропонується таблиця «Типізація вод з специфічними компонентами», проте її будова за класами і підкласами аналогічна. Ця таблиця представлена як для створення додаткової зручності, так і для зацікавлених у більш поглибленому вивченні або аналізі фахівців. Класам надані номери (від 1 до 15), підкласи мають позначку літерою (латинської абетки). Таким чином, розташування типів в класифікації підлягає порядку класів і підкласів. Для того, щоб незнайомий з мінеральними водами або з класифікацією фахівець зміг одразу уявити собі, води яких класів та підкласів присутні в класифікації, в таблицях «Типізація вод ...» поставлені позначки про наявність в класифікації мінеральних вод відповідних класу й підкласу.

Ще одна ідея реалізована в класифікації. До неї внесені так звані «прогнознi води» – це води, які ще не виявлені, проте за гідрогеологічними умовами та за аналогією з існуючими родовищами в інших країнах, можуть бути знайдені у нас. Для прогнозних мінеральних вод передбачене місце їх знаходження на основі знань про геологічну будову і гідрогеологічні умови в конкретних областях України. На основі даних про використання таких (реально існуючих) мінеральних вод в інших країнах надана їх бальнеологічна характеристика у відповідних графах «Застосування: внутрішнє/зовнішнє».

В новій класифікації розширений список критеріїв. Відповідно, в класифікацію включені типи мінеральних вод, у яких ще не має

характеристики застосування, наданої відповідними вітчизняними медичними установами. Тобто, якоюсь мірою, їх також можна назвати прогностичними. За такої ситуації характеристику їх застосування надають на основі документів інших країн, де є та використовуються типи-аналоги, або близькі аналоги.

Всього класифіковано 323 українських родовища і проявів мінеральних вод. Їх упорядкований список додається до класифікації. У списку міститься класифікаційний порядковий номер типу води. За номером можна швидко знайти воду в класифікації і отримати з одного рядка класифікаційної таблиці такі відомості: 1) склад води, вказаний і формулою Курлова, повна назва води, шифр; 2) українські, російські та інші зарубіжні аналоги; 3) застосування води – внутрішнє, зовнішнє, комплексне; 4) застосування вод в Україні, Росії та інших країнах; 5) для вод з специфічними компонентами – відомості про вміст цих компонентів; 6) для вод з специфічними властивостями – відомості про ці властивості; 7) розташування родовища води по областях України.

В загальному списку родовищ і проявів додатково до порядкового номера типу води, за яким можна знайти всі зазначені відомості, ще раз вказано область України, в якій розташоване родовище або прояв даної мінеральної води, і зафіксоване джерело, звідки отримані відомості про мінеральну воду. [34].

В Українському законодавстві [35] мінеральні води для питного використання у лікувальних цілях поділять на:

1. *Природно столові води.* Природні підземні мінеральні води водних об'єктів (родовищ), які характеризуються мінералізацією від $0,1 \text{ г/дм}^3$ до $1,0 \text{ г/дм}^3$, стабільністю фізико-хімічного складу, умістом біологічно активних компонентів та сполук, нижчим прийнятих бальнеологічних норм (таблиця 1), відповідно до кондицій, установлених для кожного об'єкта (родовища), які використовують без додаткового оброблення, що може вплинути на хімічний склад і мікробіологічні властивості, згідно з медичним

(бальнеологічним) висновком та долучені до Реєстру мінеральних вод. До цих вод можуть бути також віднесені води з мінералізацією до $1,5 \text{ г/дм}^3$ після проведення експериментальних досліджень на відсутність лікувальних властивостей. Мінеральні природні столові води застосовують ;

2. *Природні лікувально-столові води.* Природні підземні мінеральні води об'єктів (родовищ), які мають лікувальні властивості, характеризуються мінералізацією від $1,0 \text{ г/дм}^3$ до $8,0 \text{ г/дм}^3$, стабільністю фізико-хімічного складу, умістом біологічно активних компонентів та сполук, нижчим за прийняті бальнеологічні норми, відповідно до вимог кондицій, установлених для кожного об'єкта (родовища), які використовують без додаткового оброблення, що може вплинути на хімічний склад і мікробіологічні властивості, згідно з медичним (бальнеологічним) висновком та долучені до Реєстру мінеральних вод. Мінеральні природні лікувально-столові води застосовують як лікувальні за призначенням лікаря і як столові напої у разі несистематичного вживання протягом не більше 30 днів з інтервалом 3-6 міс;

3. *Розведені мінеральні води.* Фасовані води, які одержані розведенням природних підземних мінеральних вод природними підземними мінеральними водами з мінералізацією до $1,5 \text{ г/дм}^3$, що дає змогу їх використання у курортній і позакурортній практиці. Розведені природні столові води застосовують як мінеральні природні столові, а розведені лікувально-столові — як мінеральні природні лікувально-столові води

4. *Природно лікувальні води.* Природні підземні мінеральні води об'єктів (родовищ), які мають виражену лікувальну і профілактичну дію на організм людини, характеризуються мінералізацією більшою $8,0 \text{ г/дм}^3$ або меншою з умістом у них біологічно активних компонентів та сполук не нижче прийнятих бальнеологічних норм, відповідно до кондицій, установлених для кожного об'єкта (родовища), воду яких використовують без додаткового оброблення, що може вплинути на хімічний склад та мікробіологічні властивості, згідно з медичним.

Склад мінеральних вод вказують за формулою, запропонованою радянськими вченими М.Г. Курловим і Е.Е. Карстенсом. Це псевдоформула, що наочно відображає основні властивості хімічного складу води. У чисельнику дробу пишуть аніони, в знаменнику – катіони, присутні в кількості більш 25%-еквівалентів (з розрахунку, що аніони і катіони складають по 100 %). Поряд з символом іона вказують вміст його в відсоткових еквівалентах. Попереду дробу скорочено вказують величину мінералізації M (у г/дм³) і недиссоційовані частини або гази (у мг/дм³) і радіоактивність (у еманах^[1]), якщо вони додають воді специфічні властивості, а в кінці дробу – температуру T (у °С), pH води і дебіт свердловини D (у м³/добу).

Від складу вод залежить для яких лікувальних цілей вони можуть використовуватися [36].

Гідрокарбонатні, тобто лужні, води застосовуються у випадках, коли необхідно врегулювати кислотність і секрецію шлункового соку, а також сечі. Дія мінеральних вод зменшує спазм приворотника, сприяє видаленню слизи з дихальних шляхів, шлунково-кишкового тракту, одночасно збільшуючи секрецію ферментів підшлункової залози і жовчі. Лікування мінеральною водою зменшує ацидоз, обмін пуринів при цьому оптимізується. Одночасно спостерігається зниження підвищеної концентрації ліпідів крові, підвищується толерантність до вуглеводів.

Хлоридні води містять аніони хлору і катіони натрію, відносяться до солоних, але переважно слабомінералізованих вод. При їх прийомі посилюється секреція шлункового соку, причому виникає збільшення у кількості хлористо-водневої кислоти. Ці води також мають жовчогінну та послаблюючу дію, вони затримують в організмі воду. Дані води містять кальцій, що має протизапальну дію.

Хлоридні води можна вживати при захворюваннях дихальних шляхів, шлунково-кишкового тракту, захворюваннях ОРА, порушеннях обміну речовин (діабет, гіпотиріоз, подагра, ожиріння), при гінекологічних,

неврологічних, шкіряних захворюваннях, хворобах системи кровотворення, анеміях, вібраційних хворобах, діатезах.

Сульфатні води містять катіони натрію та аніони сульфату. Вони знижують шлункову секрецію, мають властивість майже не всмоктуватися в кишечнику, витягувати надлишкову рідину з тканин, покращувати панкреатичну секрецію, надавати жовчогінну та послаблюючу дію, оптимізувати обмін білків, жирів, вуглеводів, усувати метеоризм. Завдяки дії сульфатних іонів в товстому кишечнику і їх надходженню в кров, збільшується діурез, покращується виділення та видалення сечовини, а також натрію з сечевої кислоти. Під дією іонів кальцію подавлюються запальні процеси.

Мишьякомісткі води благотворно впливають на процес кровотворення, на стан печінки.

Йодні води застосовують для лікування при хворобах щитовидної залози, атеросклерозі. Вони здатні активувати окислювально-відновні процеси.

Бромні води. Надають седативну дію, сприяють збільшенню процесів гальмування в центральній нервовій системі.

Кремнієві води мають антитоксичну та антисептичну дію на шлунок, здатні покращувати стан слизової оболонки, виводити сечеву кислоту, сприяти підвищенню пружності шкіри. Допомагають при шкіряних, шлунково-кишкових захворюваннях, хворобах жовчного пузира та печінки. Можуть благотворно впливати у випадках хронічних інтоксикацій важкими металами, при карієсі, гінгівітах, атеросклерозі.

Фтористі води надають оздоровчий вплив на процеси обміну фосфатів, а також сприяють заживанню кісток. Вони активно діють на побудову і ріст тканин зубів, ногтів, кісток. Присутність фтору надає стабілізуючої дії на сечеву кислоту, перешкоджає утворенню піску та каменів. Рекомендується вживати дані води при карієсі, остеопорозі,

хронічному гінгивиті і парадоніті. Вони допомагають при сечекам'яній хворобі та повільному утворенні кісткових мозолів.

Для використання мінеральних лікувальних вод, обов'язково потрібне призначення лікаря. Де буде вказано, яким чином можуть використовуватися, в який період, та в якій кількості.

Характеристика мінеральних вод України в узагальненій формі наведена в роботі «Мінеральні води України» (2005) [37].

Україна має значні ресурси мінеральних вод, гідромінеральні багатства України визначаються наявністю таких мінеральних вод як вуглекислі, сульфідні, радонові, залізисті і миш'яковисті, йодні, бромні та йодо-бромні, кам'яністі води з підвищеним вмістом органічних речовин та води без спеціальних компонентів і властивостей. Причому сьогодні більш ніж на 70 курортах нашої країни відкрито понад 400 санаторно-курортних установ які в лікувальному процесі використовують мінеральні води. Але цими лікувальними закладами освоєно менше 10% експлуатаційних запасів мінеральних вод і ще менше біля 2% підрахованих ресурсів цих вод. Тобто виходячи з наявності і кількості мінеральних вод в Україні перспективи розвитку санаторно-курортної бази практично необмежені.

У гідрогеологічному відношенні Одеський регіон розташований у південній частині північного крила Причорноморського артезіанського басейну, великої і складної водоносної системи. Підземні води зустрічаються в породах майже всіх стратиграфічних підрозділів.

В Одесі початок видобутку і використання мінеральних вод зв'язано з введенням в експлуатацію в 1930 р. свердловини в районі грязелікарні Куяльницького лиману. З пісків палеогену на самозливі були отримані підземні води солоні на смак у кількості 100 вітер у годину. З цього моменту мінеральні води стали невід'ємною частиною курортів Одеської групи.

Основною гідро мінеральною базою для розливу і питного лікування є водоносні обрії і комплекси неогенової системи, що характеризується рядом особливостей:

1) водоносні відклади представлені переважно вапняками, пісками глинистими і черепашнику у виді гідравлічно-зв'язаних шарів, прошарків, лінз у товщі глин; інтервал залягання продуктивної товщі утримуючої води малої мінералізації в районі Одеси складає від 100 до 300 м;

2) усі водоносні горизонти неогенових відкладів напірні, їх водоносність залежить від колекторських властивостей пройдених порід, складаючи в середньому $1-2 \frac{\text{дм}^3}{\text{с}}$;

3) для Одеської області, особливо для південної частини, характерна відсутність «поверху» слабкомінералізованих гідрокарбонатних кальцієвих вод зони активного водообміну;

4) з процесів, які визначають гідрохімічний склад мінеральних вод, головними ведуть є вилуження похованого морського сольового комплексу, катіонний обмін і у меншій ступені змішання.

За даними Державної установи «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології» (ДУ УНДІМРІК) Міністерства охорони здоров'я України», по Одеській області було підраховано запаси мінеральних вод за рядом родовищ, на яких працюють більшість санаторіїв регіону. Мінеральні води цих родовищ мають мінералізацію: Одеське – 12-14 мг/дм³ (інтервал 240-280 м), 90-105 мг/дм³ (1425-1480 м); Куяльницьке – 3,2-3,5 мг/дм³ (74-75 м), – 13-14 мг/дм³ (161-221 м); Сергіївське – 3,4-4,70 мг/дм³ (260-285 м), Кароліно-Бугазьке – 13-15 мг/дм³ (336-440 м); Чорноморське – 3-5 мг/дм³ (180-190 м) – рис. 3.2.

Прояви мінеральних вод Одеської області можна описати за допомогою формули Курлова.

Води без специфічних компонентів :сульфатні та гідрокарбонатно-сульфатні натрієві:

$$M_{2.2} \frac{HCO_3 63,5 \ SO_4 21,5}{(Na + K) 90,5}$$

Сульфатно-хлоридні і гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридні різного катіонного складу:

$$M_{2,6} \frac{Cl 46 \ HCO_3 44,4 \ SO_4 33}{(Na+K) 84 \ Mg 17,8 \ Ca 26};$$

Хлоридні натрієві:

$$M_{6,1} \frac{Cl 85,6 \ HCO_3 14,1 \ SO_4 14,5}{(Na+K) 80,8 \ Mg 16,8};$$

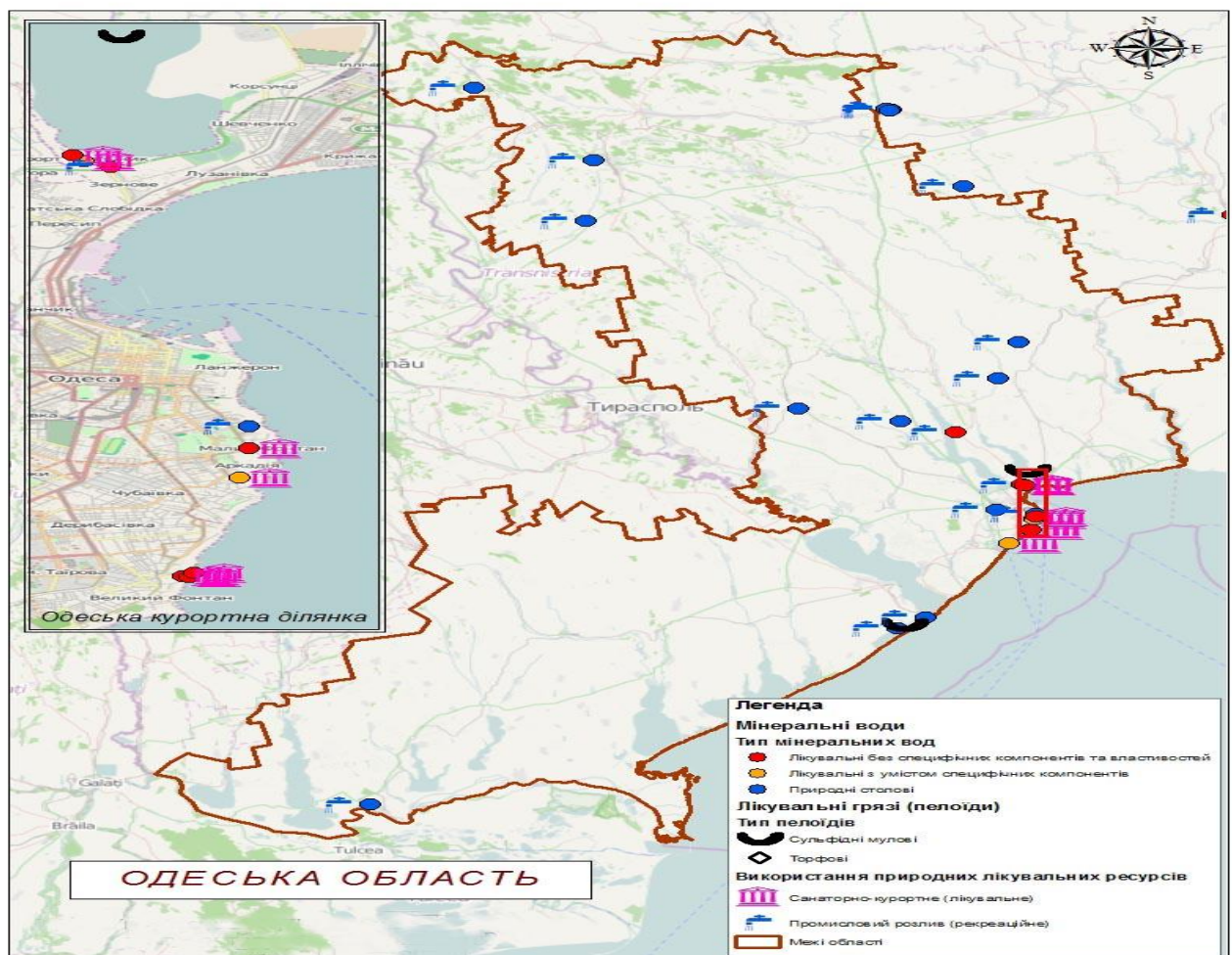


Рис. 3.2 – Природні лікувальні ресурси Одеської області

Води із специфічними компонентами:

Бромні:

$$M_{48,6} \frac{Cl_{92,1} \ HCO_3 18}{(Na+K)74,4 \ Mg45 \ Ca28};$$

Йодо-бромні:

$$M_{37} \frac{Cl_{92,9}}{(Na+K)82,3 \ Ca38};$$

Сульфідні:

$$M_{5,3} \frac{Cl_{72,3} \ HCO_3 39,3}{(Na+K)83,3 \ Ca23}.$$

По типу використання і вмісту основного компонентного складу у відкладах неогену на території Одеси і прилеглих районів можна виділити наступні типи підземних вод (табл. 3.1).

Як видно із наведених даних, серед мінеральних вод Одеської області є води малої (1-5 г/дм³), середньої (5-15 г/дм³) і навіть високої мінералізації [37], що відповідає їх іонному складу.

Внутрішній прийом вод малої мінералізації, які не вміщують специфічних компонентів та сполук у концентраціях, прийнятих у бальнеологічні практики, може бути показаний при лікуванні ряду хронічних захворювань шлунково-кишкового тракту, гепатобіліарної системи та нирок, порушенні обміну речовин в організмі. При промислово-розливні води можуть застосовувати за призначенням лікаря у виді курсу.

Таблиця 3.1 – Мінералізація і типи мінеральних вод неогенових відкладів Одеської області (за даними ДУ УНДІМРiК)

Тип мінеральної води	Міне- раліза- ція, г/дм ³	Райони розповсюдження	Інтервал заляган- ня, м	Сучасне викорис- тання	Перспективне використання
Складного аніонного і катіонного складу	0,9- 1,1	Балтський, Івановський, Ізмаїльський, Любашівський, Роздільнянський, Савранський, Ширяєвський	50 – 100	Госп.-питне водопостачан ня	Фасування мінеральних природних столових вод
Складного аніонного складу натрієві	0,9- 1,1	Одеса, Овідіопольський	100 – 150	Госп.-питне водопостачан ня	Фасування мінеральних природних столових вод
Сульфатні, гідрокарбонатно- сульфатні складного катіонного складу,	1 – 5	Арцизький і Татарбунарський	155-200	Практично не використову ються	Внутрішнє застосування і організація фасування
Сульфатно-хлоридні і гідрокарбонатно- сульфатно-хлоридні натрієві	2- 3	Комінтернівсь-кий, Ренійський, Саратський, Татарбунарський	80 – 120	Практично не використову ються	Внутрішнє застосування і організація фасування
Гідрокарбонатно- хлоридні складного катіонного складу	2 – 3	Біляєвський, Овідіопольський, Комінтернівський	80 – 110	Практично не використову ються	Внутрішнє застосування і організація фасування
Гідрокарбонатно- хлоридні натрієві	1,0 – 3,5	Арцизький, Б.-Дністровський, Біляєвський, Овідіопольський, Саратський, Тарутинський	170 – 250	Госп.-питне водопостачан ня	Фасування природних столових і лікувально- столових вод
Хлоридні натрієві	2 – 4	Повсюдно поширені на південь від лінії Роздільна - Іванівка	90 – 250	Питне лікування на Одеській групі курортів, фасування мінеральних природних лікувально-столових вод	

Мінеральні води з відкладів більш давніх , чим неогенові, мають високу мінералізацію й у натуральному вигляді можуть використовуватися тільки для зовнішніх процедур. Так, на Одеській групі курортів як аналог морських вод , використовуються напірні слабо термальні (20-22°C) хлоридні

натрієві води високої мінералізації (12-14 г/дм³), що добуваються з товщі пісків палеогенових відкладень, що залягають в інтервалі глибин 280-400 м.

У водах визначених типів містяться в підвищених кількостях бальнеологічно значимі компоненти та сполуки, що дозволяють класифікувати води як кремнієві, йодо-бромні, бромні, сульфідні.

Мінеральні води з підвищеним вмістом метакремнієвої кислоти зустрічаються тільки у місті Одеса. Води хлоридно натрієві малої мінералізації виводяться з відкладень середнього сармата. Вони рекомендовані для питного лікування. При деяких каптажах проведені дослідження, що регламентують промисловий розлив даного типу вод.

Експлуатація бромних, йодо-бромних вод у районі курортів Одеси перешкоджає велика глибина залягання водомістких порід. Так, єдина в Одесі свердловина «Одеса-глибока», що пробурена на йодо-бромні мінеральні води в районі Гагарінського плато (Аркадія), вивела їх з інтервалу глибин 1425-1478 м, практично відразу була законсервована і не використовується.

Кондинційні бромні води були отримані опорною розвідницькою шпарою в с. Мирне Біляївського району. Знову ж мінеральні води з метою бальнеології не використовуються, і сучасний стан каптажів невідомо.

Бальнеологічно значимі вмісти бромну фіксуються у водах палеогену на курортах «Кароліно-Бугаз», і «Сергіївка». Курорт «Сергіївка», єдиний курорт в Одеській області, де в даний час використовуються бромні підземні води.

Слабкосульфідні води розкриті свердловинами, що пробурені на відкладення середнього сармату в Б-Дністровському районі, м.м. Ільчівськ і Одеса. Сірководневі води використовуються в бальнеологічних комплексах дитячого санаторію «Далекий» (с. Приморське Б.Дністровський район) і санаторієм «Ювілейний» (с.Бутрово м. Іллічевськ). Однак сучасний стан шпар, що експлуатували дані води невідомий.

Гідромінеральний потенціал області використовується не в повній мірі. У саніторно-курортних бальнеокомплексах мінеральні води задіяні тільки деякими саніторіями.

Новим кроком у практиці використання природних лікувальних вод може стати дослідження підземних вод, що каптовані міськими бюветами.

Санітарно-курортні заклади м. Одеси і прилеглих районів при відповідному оснащенні можуть приймати:

1) хворих із захворюваннями серцево-судинної системи і нервової системи, травного тракту – хронічними гастритами із секреторною недостатністю, хронічними коліками, хронічними захворюваннями гептобілярної системи нирок за допомогою внутрішнього прийому мінеральних вод;

2) хворих із захворюваннями серцево-судинної та нервової системи, суглобів і травного тракту, за допомогою зовнішніх лікувальних процедур на гідромінеральній базі вод високої мінералізації і розсолів.

3) хворих із захворюваннями опорно-рухового апарата, периферичної нервової системи, гінекологічними захворюваннями, захворюваннями органів кишкового тракту за допомогою грязелікування у виді різних аплікацій, ректальних і вагінальних уведень.

4) хворих із захворюваннями органів дихання, туберкульозом кісток і суглобів, скривлення хребта, легеневим туберкульозом – кліматерапія, аеротерапія, кінозеотерапія (купання в морі яке через нервові закінчення впливає на діяльність центральної нервової системи, внутрішні органи, залози внутрішньої секреції) геліотерапія, таласотерапія (рискорює процес акліматизації посилює стійкість людини до різних коливань навколишнього середовища).

3.2 Мінералізація як показник придатності морських вод для таласотерапії

Морські води можна розглядати як поверхневі хлоридні натрієві мінеральні води для зовнішнього використання. Проникаюча здатність шкіри неоднакова для рідин, солей і газів. При купанні у мінералізованих хлоридних натрієвих морських і лиманних водах утворюється сольовий наліт. Водні процедури можуть значно впливати на процеси, які протікають в шкірному покриві, а роздратування нейрорецепторів, що знаходяться в ньому, змінюють стан нервової системи, внутрішніх органів і організму в цілому. Проникаючи через шкіру, біологічно активні компоненти води включаються в обмін речовин, впливають на ендокринні залози, серцево-судинну, центральну і вегетативну нервову системи, викликаючи значну функціональну перебудову різних органів і систем. Таким чином, диференційоване водолікування має величезні можливості [38].

Мінімальна концентрація $NaCl$ в хлоридних натрієвих МВ для зовнішнього використання має становити 8-10 г/дм³, оптимальна – 30-40 г/дм³, гранично - допустима – 60-70 г/дм³. При нормальному стані шкірного покриву і серцево-судинного ритму допускається використання ропа з концентрацією $NaCl$ до 150 г/дм³. Ці межі концентрації $NaCl$ можна використовувати при оцінці бальнеотерапевтичних якостей морських і лиманних вод. Хлоридні натрієві МВ надають легкий тонізуючий ефект на центральну нервову систему, нормалізують судинний тонус, покращують капілярний кровотік. Фізіологічний і лікувальний ефекти залежать від концентрації солі [37].

Близькими до хлоридних натрієвих мінеральних вод є морська вода і ропа лиманів, однак у них на організм людини впливають сукупність різних солей (хлориди натрію і магнію, сульфати магнію, кальцію і калію, бромід магнію, солі йоду) і біологічно активних мікроелементів (Fe, Cu, Mn, P, As, Si, Zn, I та ін.) З огляду на невисоку концентрацію солей в опрісненій

морській воді, морські ванни призначаються більш широкому колу осіб, ніж хлоридні натрієві мінеральні води. Зокрема, морські води застосовують хворі на гіпертонію I та II ступеня, а також із захворюваннями нирок. Морські ванни надають більшу седативну дію, ніж хлоридні натрієві мінеральні води. Їх можна використовувати в початковий період розвитку атеросклерозу. У ряді випадків їх показання та протипоказання аналогічні тим, які встановлені для хлоридних натрієвих МВ. Показання та протипоказання для використання ванн з ропою такі ж, як і для хлоридних натрієвих мінеральних вод (ропу при необхідності розбавляють прісною водою). Морська вода діє на організм розчиненими в ній солями, викликаючи рефлекторні реакції. Частина солей та мікроелементів проникає через шкіру, всмоктується і благотворно впливає на всі тканини, органи і системи. При купанні організм насичується морським повітрям, збагаченим аероіонами [37]. Фізіологічна дія купання на організм пов'язана з термічними, механічними та хімічними факторами [39].

Сприятливі кліматичні умови, наявність лікувальних грязей, мінеральних лікувальних вод, розсолів, значна протяжність пляжів та інші природні чинники дозволяють говорити про перспективність прибережної зони Одеської області для різних форм рекреації та оздоровлення, включаючи таласотерапію – лікування морським кліматом і купаннями в поєднанні з сонячними ваннами [37]. Можливості таласотерапії багато в чому визначають аттрактивність ПЗ Одеської області [40, 41].

Можливості таласотерапії визначаються властивостями приморського клімату, морської води, водоростей, морських грязей та інших продуктів моря з урахуванням механізмів їх дії на організм людини при лікувально-профілактичному застосуванні. При оцінці солоності і хімічного складу вод морського басейну та окремих лиманів прибережної зони Одеської області, а також пляжної зони використано, в основному, опубліковані матеріали, а при оцінці біокліматичних особливостей прибережної зони – результати власних досліджень.

Серед факторів, що визначають можливості таласотерапії, особливе значення мають солоність і хімічний склад морських і лиманних вод.

За даними спостережень 1972-1992 рр., солоність морських вод у північно-західній частині Чорного моря (ПЗЧМ) складала не більше 15-16 ‰ [42]. Середньомісячні значення солоності поверхневого шару в вивчених районах ПЗЧМ наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Середньобагаторічні значення солоності води поверхневого шару північно-західної частини Чорного моря (1972-1992 рр.)

Район північно-західної частини Чорного моря	Солоність, ‰			
	травень	липень	серпень	вересень
Дніпро-Бузька гирлова зона	11-12	11-12	13-14	15-16
Гирлова зона Березанського лиману	10-11	10-11	13-14	15-16
Березанський лиман – Малий Аджаликський лиман	11-14	11-14	14-15	11-15
Малий Аджаликський лиман – мис Малий Фонтан	13-14	13-14	14-15	11-13
мис Малий Фонтан – Дністровський лиман	14-15	14 -15	14-15	13-15
Дністровський лиман – Тузлівська група озер	12-14	12-14	12-15	15-16
Гирлове узмор'я Дунаю	8-13	8-13	10-12	10-15

Як видно з даних табл. 3.2, протягом 20 років не відбувалося істотних коливань солоності морської води, значення якої складали 8-16 ‰. Найбільшою мірою процеси опріснення морських вод відбувалися в пригирлових зонах Дніпра, Південного Бугу, Дністра і Дунаю (особливо в межах гирлового узмор'я Дунаю). Локальне опріснення морських вод могло бути обумовлено також скиданням стічних та інших зворотних вод з берегових антропогенних джерел (об'єктів).

На режим солоності ПЗЧМ значно впливають річні стоки Дунаю, Дністра, Південного Бугу і Дніпра, сумарний стік цих рік в середньому впродовж 1990-2005 рр. складав 252,5 км³/рік. Середня солоність поверхневого шару ПЗЧМ складала 15,89 ‰, мінімальна – 2,98 ‰,

максимальна – 18,70 ‰; в Дунайському районі – 14,28 ‰ (min – 2,98 ‰, max – 18,13‰), в Дністровському районі – 15,68 ‰ (min – 6,41 ‰, max – 18,19‰), в Дніпро-Бузькому районі – 15,07 ‰ (min – 3,20 ‰, max – 18,29 ‰) [11]. Слід зазначити, що протягом 1990-2005 рр. процеси опріснення поверхневого шару ПЗЧМ в порівнянні з 1972-1992 рр. виражені більш чітко, оскільки в цей період у пригирлових зонах зафіксовано екстремально низькі значення солоності (Дунайський район – 2,8 ‰, Дністровський – 6,41 ‰, Дніпро-Бузький – 3,2 ‰). При цьому слід зауважити, що райони досліджень в 1972-1992 рр. [42] і 1990-2005 рр. [43] просторово збігаються лише частково.

На рис. 3.3 і 3.4 наведено осереднені багаторічні дані за 1978-1992 рр. значення солоності вод ПЗЧМ для поверхневого та придонного шарів за даними [42].

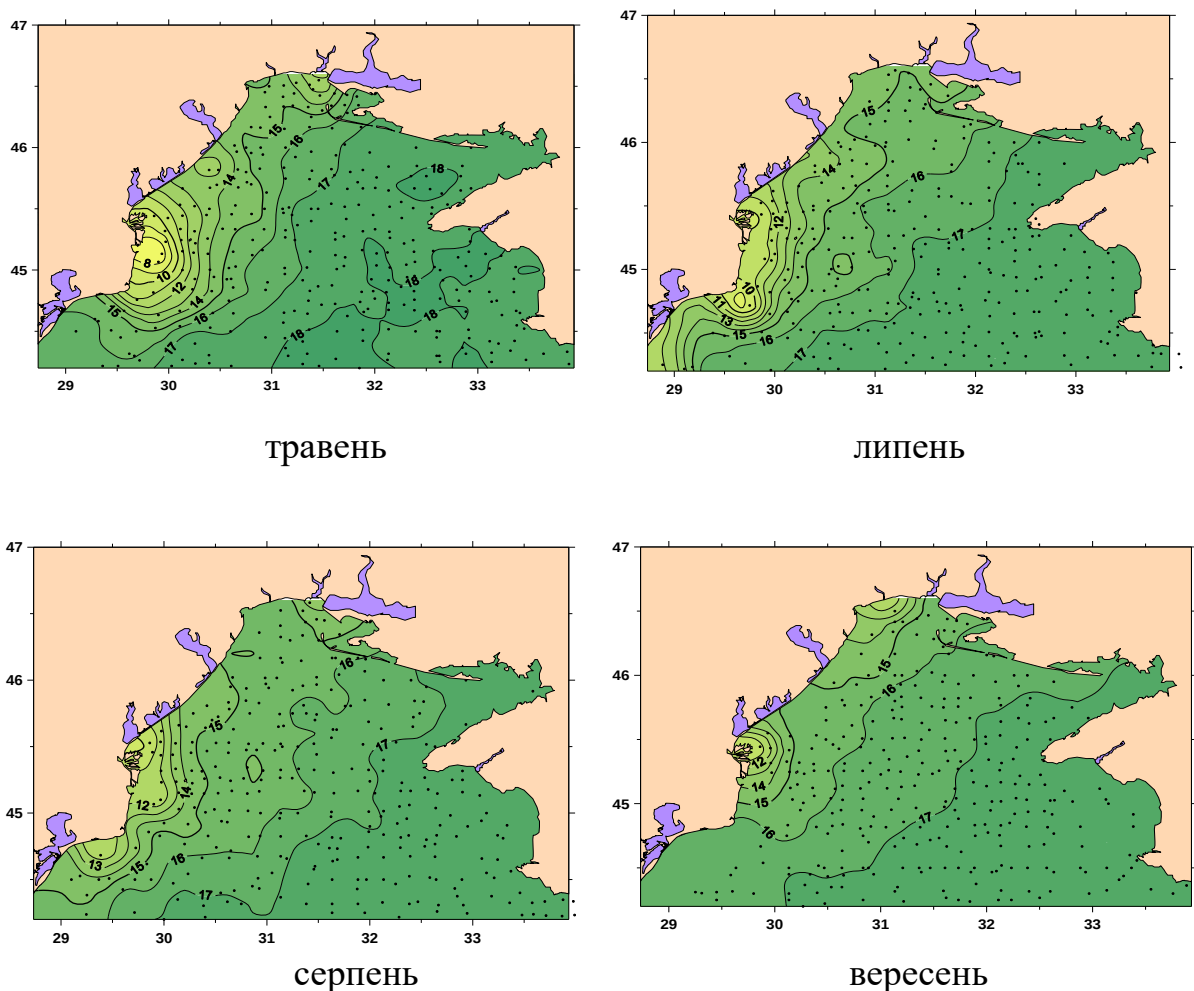


Рис. 3.3 - Солоність (‰) вод поверхневого шару ПЗЧМ

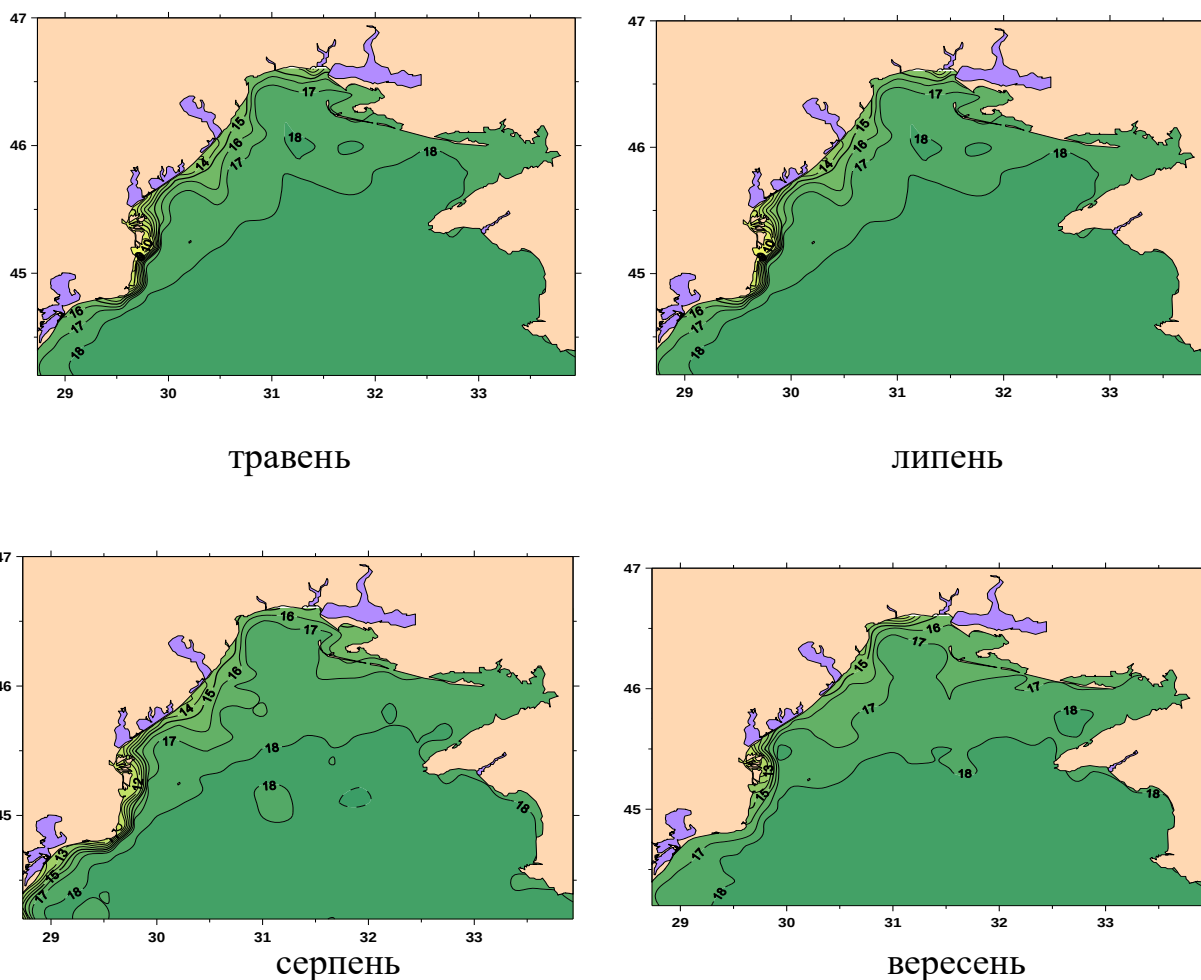


Рис. 3.4 - Солоність (‰) вод придонного шару ПЗЧМ

Як видно з вищенаведених даних, середня солоність вод у ПЗЧМ складає 15,89 ‰, а в розглянутих районах [43, 44] знаходиться в інтервалі середніх значень 14,28-15,68 ‰, тобто їх можна віднести до категорії з «мінімальною» або «оптимальною» солоністю з позицій бальнеології. У максимально опріснених пригирлових ділянках їх слід розглядати як з позицій бальнеотерапії, так і гідротерапії (водолікування прісними водами).

Через меншу концентрацію солей дещо знижуються ефекти «внутрішньошкірної» ін'єкції і «сольового плащу», але вважається, що купатися в такій морській воді приємніше, ніж у більш солоній океанічній або лиманній воді, оскільки приблизно у два рази менше утворюється сольового нальоту, дратуючого висохлу шкіру після купання. Крім того,

відносно невисока (мезогалинна) солоність морської води в меншій мірі обмежує можливості бальнеотерапії для пацієнтів і рекреантів.

Солоність і іонно-сольовий склад лиманних вод ПЗ Одеської області визначається періодичністю поверхневого водообміну з морем, інфільтрацією морських вод через пересипи і донні відкладення, річковим стоком, опадами і випаровуванням. Найбільше опріснення характерне для Дністровського лиману, а найбільша солоність води (ропи) для Куяльницького лиману (74-296 ‰) і лиманів Тузловської групи (до 110-140 ‰). За даними О.М. Гриба (ОДЕКУ), у липні-серпні 2009 р. солоність ропи Куяльницького лиману становила 390 ‰ при рівні води всього 64 см.

Солоність інших лиманів порівнянна з солоністю морської води в ПЗЧМ. Максимальна солоність лиманної води, зазвичай, відзначалася в кінці літа і восени, мінімальна – навесні. Так, солоність вод лиману Бурнас (Тузловська група) за сезонами за десятирічний період (1958-1968 рр.) змінювалася таким чином: зимовий період – 23-26 ‰; весняний період – 20 ‰; літній період – 21-39 ‰; осінній період – 24-34 ‰. Протягом 1949-1968 рр. солоність води цього лиману змінювалася від 15 до 40 ‰ [147, 185]; в 1977-1978 рр. – в межах 19,6-30,0 ‰; солоність в травні 1992 р. становила 44 ‰, восени – 62 ‰, що було обумовлено як украй низькою кількістю води, що поступає з водозбору (схилового стоку) і атмосферних опадів, що випали на поверхню його акваторії, так і повним припиненням зв'язку лиману з морем протягом тривалого часу [43, 45].

Ропи лиманів – хлоридного натрієвого складу нерідко з підвищеним вмістом броду, що посилює її бальнеотерапевтичний ефект.

У більшості випадків морські води ПЗЧМ зберегли хлоридний натрієвий склад, але зі збільшенням прісної складової (річковий стік, атмосферні опади, зворотні води та ін) серед аніонів зростає частка SO_4^{2-} і HCO_3^- , а серед катіонів – частка Mg^{2+} і Ca^{2+} . Морські води містять не тільки іони і недисоційовані мінеральні речовини, але і розчинені органічні речовини з сумарною концентрацією порядку декількох мг/дм³ [11, 43].

ВИСНОВКИ

Мінералізація є головним чинником, який визначає лікувальні властивості природних вод, тобто придатність їх для використання в якості мінеральних лікувальних вод, з метою таласотерапії тощо.

Об'єкт дослідження бакалаврської кваліфікаційної роботи була якість природних вод окремих регіонів України, а предметом дослідження - оцінка мінералізації природних вод як показника їх придатності для господарсько-питного і лікувального використання (на прикладі Одеської області).

Під час виконання роботи зроблений аналіз закономірностей розподілу мінералізації природних вод Одеської області як показника їх придатності для господарсько-питного і лікувального використання.

Одним із важливих показників придатності вод для господарсько-питного і лікувального використання є величина їх *мінералізації*, тобто загального вмісту мінеральних речовин. Також близькими за значеннями є такі поняття як «сухий залишок» і «солоність» природних вод.

Між величиною мінералізації і складом головних іонів існує залежність, тобто за величиною мінералізації апіорі можна судити про хімічний склад природних вод.

Зазвичай величина мінералізація визнається методами скорченого або повного хімічного аналізу, але існують і інші експрес-методи.

За результатами моніторингу поверхневих вод України, що проводиться у системі Держводагентства, рівень мінералізації вод у останні роки у басейні річки Дністер складає $280 \div 420 \text{ мг/дм}^3$, у воді р. Південний Буг – $530 \div 620 \text{ мг/дм}^3$. У придунайських водоймах мінералізація досягає $3000 \div 5000 \text{ мг/дм}^3$, а у річках, що живлять ці водойми – більше ніж 6000 мг/дм^3 (наприклад, р. Великий Катлабук).

На сольовий баланс Чорного моря найбільше впливає зв'язок з моря з протокою Босфор, а найменше річковий стік, а Азовського моря найбільше впливає перенесення води між Чорним та Азовським морем, а найменше атмосферні опади.

Існує безліч класифікацій природних вод за ступенем їх мінералізації серед них популярні класифікації: Вернадського, Зайцева, Овчинникова.

Згідно з вимогами Всесвітньої організації охорони здоров'я для якісної питної води оптимальним вважається інтервал мінералізації $0,15-0,6 \text{ г/дм}^3$, але Державні санітарні норми і правила – 1996 року рекомендують споживати питну воду з мінералізацією $100 - 1000 \text{ мг/дм}^3$, а Державні санітарні норми і правила – 2010 року – $200 - 500 \text{ мг/дм}^3$.

Для водопостачання населених пунктів і більшості промислових підприємств найбільш придатним є підземні слабкомінералізовані води.

Вода яка відбирається з водних об'єктів, часто має перевищення або недостачу мінералізації, в результаті дії природних та антропогенних чинників, тому потребує попередньої підготовки.

Відповідно до вимог ДерСанПіН-10, оптимальна мінералізація $200 - 500 \text{ мг/дм}^3$ є одним із показником *фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води*. Вода із річки Дністер і водопровідна вода Одеської промислово-міської агломерації відповідають нормативним вимогам.

Альтернативним джерелом водопостачання в Одесі є підземні води верхньосарматського водоносного горизонту. Згідно із даними по 15 бюветах, значення сухого залишку до очищення спостерігалось у всіх, після очищення тільки в одному, тобто ефективність приведення води до оптимального мінерального складу в бюветах міста Одеси висока.

Доведено, що вода підвищеної мінералізації (понад 3 г/дм^3), а також збідненої мінеральними речовинами може несприятливо впливає на здоров'я людини.

Мінералізація є важливим критерієм віднесення природних вод до категорії *лікувальних мінеральних вод*. Серед мінеральних вод Одеської

області є води малої (1-5 г/дм³), середньої (5-15 г/дм³) і навіть високої мінералізації, що відповідає їх іонному складу.

Мінералізація типів мінеральних вод які зустрічаються в Одеській області коливається від маломінералізованих (складного іонного складу) до вискомінералізованих (хлоридно-натрієві). У деяких водах містяться в підвищених кількостях бальнеологічно-значимі компоненти та сполуки, що дозволяють класифікувати води як кремнієві, йодо-бромні, бромні, сульфідні. Це свідчить про можливість використовувати їх в лікувальних цілях.

На базі цих мінеральних вод функціонують санітарно-курортні заклади м. Одеси і прилеглих районів.

Сприятливі кліматичні умови, наявність лікувальних грязей, мінеральних лікувальних вод, розсолів, значна протяжність пляжів та інші природні чинники дозволяють говорити про перспективність прибережної зони Одеської області для різних форм рекреації та оздоровлення, включаючи таласотерапію – лікування морським кліматом і купаннями в поєднанні з сонячними ваннами.

При цьому мінералізація є важливим показником лікувальних властивостей морських і лиманних вод. При оцінці солоності і хімічного складу вод морського басейну та окремих лиманів прибережної зони Одеської області, а також пляжної зони використано багаторічні дані значення солоності вод північно-західної частини Чорного моря для поверхневого та придонного шару. Середня солоність вод складає біля 16 ‰, тобто їх можна віднести до категорії з «мінімальною» або «оптимальною» солоністю з позицій бальнеології. У максимально опріснених пригирлових ділянках, де солоність менше за 10‰, їх слід розглядати як з позицій бальнеотерапії, так і гідротерапії (водолікування прісними водами). Отже, таласотерапевтичний ефект від використання вод північно-західної частини Чорного моря нижче, ніж вод, солоність яких на рівні, або вище середньої солоності Світового океану (35 ‰).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши/ под ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 542 с.
2. Зори А.А., Коренев В.Д., Марковский Ю.Е. Экспресс-метод определения общей минерализации питьевой воды. Наукові праці ДонНТУ. 2017. Вип. 107. С. 136-142.
3. Погребенник В. Д. Оперативне вимірювання інтегральних параметрів водного середовища та донних відкладів: монографія. Л.: Сполом, 2011. 280 с.
4. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 443 с.
5. Иванов В.В., Невраев Г.А. Классификация подземных минеральных вод. М.: Недра, 1964. 167 с.
6. Шестопапов В.М., Овчиннікова Н.Б. Перша українська класифікація мінеральних вод. 2018. URL: <https://cleanwater.org.ua/persha-ukrajinska-klassifikatsiya-mineralnyh-vod/> (дата звернення: 7.03.2019).
7. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДсанПіН 2.2.4-171-10). К., 2010.
8. Средняя солёность Мирового океана. URL: <http://mykniga.com.ua/poradi/serednya-solonist-svitovogo-okeanu-skilki-stanovit-i-vid-chogo-zalezhit-najsolonishe-misce.html>. (дата звернення: 07.07.2019).
9. Лобода Н.С., Отченаш Н.Д. Підземні води, їх забруднення та вплив на навколишнє середовище: навч. посібник. ОДЕКУ, 2017. 199 с.
10. Лобода Н.С., Пилипюк В.В. Зміни клімату та їх можливі наслідки у формуванні якості вод (на прикладі річок Псел та Ворскла). Вісн. Одес. держ. екол. унів. 2017. №22. С.60-79.
11. Скопинцев Б.А. Формирование современного химического состава вод Черного моря. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 336 с.
12. Зайцев И.К. Гидрогеохимия СССР. Л.: Недра, 1986. 238 с.

13. Овчинников А.М. Общая гидрогеология. М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1955. 385 с.
14. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: Підручник. К.: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
15. Горєв Л. М., Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. Гідрохімія України. К.: Вища школа, 1995. 307 с.
16. Хільчевський В.К., Ромась М.І., Савицький В.М. Про деякі сучасні напрямки гідрохімічних та гідроекологічних досліджень. Наук. праці УкрНДГМІ. 2003. Вип. 251. С.84-94.
17. Карта загрязнения воды в Украине. URL: <http://www.crystalice.com.ua/index.php/info/28-watermap> (дата звернення: 07.03.2019).
18. Першегуба Я. Стан питної води в Україні. URL: <http://labprice.ua/statti/stan-pitnoyi-vodi-v-ukrayini/> (дата звернення: 07.03.2019).
19. Споживання води у сільському господарстві. URL: https://studopedia.com.ua/1_159759_spozhivannya-vodi-u-silskomu-gospodarstvi.html (дата звернення: 07.03.2019).
20. Основні відомості, щодо аналізу мінерального складу води. URL: <http://right-frank.com/ua/articles/understanding-water-mineral-analysis-report.htm> (дата звернення: 07.03.2019).
21. Откуда берется наша питьевая вода. URL: <http://nwr.com.ua/poleznaya-informacziya1/otkuda-beretsya-nasha-pitevaya-voda.html>. (дата звернення: 07.03.2019).
22. Стасюк С., Майданович В. Проблема питної води в Україні. URL: <https://aw-therm.com.ua/problema-pitnoyi-vodi-v-ukrayini/> (дата звернення: 07.03.2019).

23. Сафранов Т.А. Мінералізація питних вод як показник їх якості та фактор впливу на здоров'я населення *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2018, №1-2(29). С.73-80.

24. Мацієвська О.О. Оцінювання якості питної води м. Львів та дослідження впливу води різної якості на показники крові людини. *Медико-гідрогеохімічні чинники геологічного середовища України*: монографія / за ред. проф. Г.І. Рудька. Київ – Чернівці: Букрек, 2015. Розділ 12. С. 495-535.

25. Кураєва І.В., Самчук А.І., Злобіна К.С. та ін. Сучасний еколого-гідрогеохімічний стан питних підземних вод міста Київ. *Геохімія та рудоутворення*. 2009. №27. С. 136-138.

26. Яковлев В. В. Перспективні джерела природних вод для питного водопостачання України, їх охорона і раціональне використання: дис. ... докт. геол. наук: 21.06.01 – екологічна безпека/ Харків. нац. ун-т ім. В.Н. Каразіна. Харків, 2017. 351 с.. URL: <http://www.igns.gov.ua/wp-content/uploads/2017/05/Dysertatsiya-Yakovlev-V.V..pdf> (дата звернення: 29.01.2018).

27. Валяшко М. Г. Закономерности формирования месторождения солей. М., 1962. 214 с.

28. Шестопапов В. М., Негода Г. Н., Овчинникова Н. Б. и др. Классификация минеральных вод Украины: монография. К. : Макком, 2003. 121 с.

29. Белоусова А. П. Экологическая гидрогеология. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. 397 с.

30. Рахманин Ю.А., Сидоренко Г.И., Михайлова Р.И. Методика изучения химического состава питьевой воды на частоту возникновения болезней эндокринной системы среди населения экокризисного района Украины. *Гигиена и санитария*. 1998. №4. С.13-19.

31. Мокієнко А.В. Мінеральний склад питних та мінеральних вод як фактор впливу на здоров'я населення (огляд літератури). *Вода: Гигиена и Экология*. 2015. № 1-2 (3). С. 173-201.

32. Григоренко Л. В. Вплив якості питної води на стан здоров'я сільського населення. *Гігієна населених місць*. 2014. Вип. 64. С. 80-86.
33. Иванов В. В., Невраев Г. А., Классификация подземных минеральных вод, М., 1964.
34. Шестопапов В.М., Овчиннікова Н.Б. Перша українська класифікація мінеральних вод. URL: <https://cleanwater.org.ua/persha-ukrajinska-klassyfikatsiya-mineralnyh-vod/> (дата звернення: 09.03.2019).
35. ДСТУ 878:2006. Води мінеральні природні фасовані. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=55074 (дата звернення: 09.03.2019).
36. Мінеральні води, як засіб відновлення організму людини. URL: <https://studfiles.net/preview/5604558/page:6/> (дата звернення: 09.03.2109).
37. Мінеральні води України/ за ред. Е.О. Колесника, К.Д. Бабова. К.: Купріянов, 2005. 576 с.
38. Фоменко Н. В. Рекреаційні ресурси та курортологія: навч. посіб. К.: Центр навчальної літератури, 2007. 312 с.
39. Степанов Е. Г. Основы курортологии и санаторно-курортное лечение: учеб. Пособие. Х.: Кроссруд, 2007. 584 с.
40. Сафранов Т.А., Катеруша Е.В. Особенности талассотерапии в прибрежной зоне Одесской области. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2011. Вип. 11. С. 5-16.
41. Стан та якість природного середовища Північно-Західного Причорномор'я : монографія / Одеський державний екологічний університет; за ред. Т. А. Сафранова, А. В. Чугай. Харків : ФОП Панов А.М., 2017. 298 с.
42. Изменчивость гидрофизических полей и придонной гипоксии / Берлинский Н.А., Тужилкин В.С., Косарев А.Н., Налбандов Ю.Р. / В кн. «Северо-западная часть Черного моря: биология и экология (1967-2003 гг.)». Киев: Наукова думка, 2006. С. 32-52.

43. Гідрологічні та геохімічні показники стану північно-західного шельфу Чорного моря: довідковий посібник / Відповід. ред. І.Д. Лосєва; І.Г. Орлова, М.Ю. Павленко, В.В. Український та ін. К.: КНТ, 2008. 616 с.

44. Белевич Р. Р., Орлова И. Г. Особенности межгодовой изменчивости гидрологогидрохимических характеристик вод на северо-западном шельфе Черного моря в последние десятилетия (60-90-е гг.). *Морской гидрофизический журнал*. 1996. Т. 2. С. 72-73.

45. Мокиенко А.В. и др. Причерноморские лиманы: гигиенические и медико-экологические аспекты сохранения природных лечебных ресурсов. Одесса: ТЭС. 2012. 274 с.