

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки
Кафедра екології та охорони довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: Мінералізація як показник якості та цільового призначення водних об'єктів Одеської області

Виконала студентка 2 курсу
групи МЕБ-19
спеціальності 101- Екологія
Вербова Альона Сергіївна

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

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

Одеса 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101- Екологія

Освітньо-професійна програма «Екологічна безпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

15 березня 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Вербовій Альоні Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Мінералізація як показник якості та цільового призначення водних об'єктів Одеської області

Керівник роботи Сафранов Тамерлан Абісалович, д.г.-м.н., професор

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 23 лютого 2021 року №16 «С», п.п.-09

2. Строк подання студентом роботи 11 травня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи: джерела інформації щодо мінералізації та складу природних вод; дані щодо впливу мінералізації на якість питних вод, іригаційних вод, лікувальних вод та вод рибогосподарського призначення.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): загальні уявлення про мінералізацію природних вод; мінералізація як показник якості вод питного призначення; мінералізація як показник лікувальних властивостей природних вод; мінералізація як показник якості вод іригаційного призначення; мінералізація як показник якості вод рибогосподарського призначення.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): схема розташування бюветів; схема змін сухого залишку протягом року; схема розподілу солоності морських вод; схема класифікації іригаційних вод; таблиці з вихідною інформацією та результатами досліджень.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання	завдання прийняв
	<i>немає</i>		

Дата видачі завдання 15 березня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи магістра	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Огляд літературних даних щодо мінералізації природних вод</i>	<i>15.03.21-20.03.21</i>	95	5(відмінно)
2	<i>Мінералізація як показник якості вод питного призначення Одеської області</i>	<i>21.03.21-31.03.21</i>	95	5(відмінно)
3	<i>Мінералізація як показник якості лікувальних вод Одеської області</i>	<i>01.04.21-18.04.21</i>	95	5(відмінно)
	<i>Рубіжна атестація</i>	<i>19.04.21-24.04.21</i>	95	5(відмінно)
4	<i>Мінералізація як показник якості вод іригаційного призначення Одеської області Мінералізація як показник якості вод рибогосподарського призначення Одеської області</i>	<i>25.04.21-29.04.21</i>	95	5(відмінно)
6	<i>Узагальнення отриманих результатів. Підготовка електронної версії кваліфікаційної роботи магістра до передачі керівнику на остаточну перевірку і підпис</i>	<i>30.04.21-04.05.21</i>	95	5(відмінно)
7	<i>Підготовка заключної версії кваліфікаційної роботи магістра і презентаційного матеріалу до публічного захисту. Передача на процедуру встановлення ступеня оригінальності і відсутності ознак плагіату. Складення керівником протоколу, висновку та авторського договору про розміщення кваліфікаційної роботи магістра в репозитарії.</i>	<i>05.05.21-11.05.21</i>	95	5(відмінно)
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		95,0	5(відмінно)

(до десятих)

Студент

Керівник проекту

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

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

АНОТАЦІЯ

Мінералізація як показник якості та цільового призначення водних об'єктів Одеської області. А. С. Вербова

Актуальність роботи. Одним із важливих показників якості і цільового призначення природних вод є величина їх мінералізації. Тому оцінка мінералізації природних вод в окремих регіонів України є актуальною проблемою.

Метою роботи є оцінка мінералізації природних вод і Одеської області як показника їх якості та цільового призначення.

Задачі дослідження: навести стислу характеристику мінералізації і методів її визначення; проаналізувати мінералізацію як показника якості природних вод Одеської області для питних, лікувальних, іригаційних та рибогосподарських цілей.

Об'єкт дослідження – якість природних вод регіонів України.

Предметом дослідження – оцінка мінералізації природних вод Одеської області як показника придатності їх для питного, лікувального, іригаційного та рибогосподарського використання.

Методи дослідження. 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 Одеси відповідають нормативним вимогам. Підземні води верхньосарматського водоносного горизонту до очищення значення мінералізації вище норми спостерігалось у всіх випадках, після очищення – лише в одному, тобто ефективність приведення води до оптимального мінерального складу висока. 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. Середня солоність морських вод складає біля 16 ‰, тобто їх можна віднести до категорії з «мінімальною» або «оптимальною» солоністю з позицій бальнеології. Мінералізація є важливим показником якості іригаційних вод окремих водних об'єктів Одеської області (водосховище Сасик, р. Дунай, р. Дністер). Формування складу іхтіофауни і структура промислових уловів в окремих лиманах Одеської області визначаються їх гідрологічним і гідрохімічними режимом і, в першу чергу, солоністю.

Рекомендації щодо використання отриманих результатів роботи з зазначенням галузі застосування. Отримані результати сприятимуть ефективному використанню різноманітних природних вод Одеської області.

Структура та обсяг роботи. Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку посилань (56 найменувань). Робота містить 8 таблиць, 4 рисунка. Загальний обсяг роботи – 70 сторінок.

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

SUMMARY

Mineralization as an Indicator of Quality and Purpose of Water Bodies in the Odessa oblast. A. Verbova

Relevance of work. One of the important indicators of the quality and purpose of natural waters is the value of their mineralization. Therefore, the assessment of the mineralization of natural waters in some regions of Ukraine is an urgent problem.

The aim of the work is to assess the mineralization of natural waters and Odessa region as an indicator of their quality and purpose.

Research objectives: give a brief description of mineralization and methods of its determination; to analyze mineralization as an indicator of the quality of natural waters of Odessa region for drinking, medical, irrigation and fishery purposes.

The object of study - the quality of natural waters of the regions of Ukraine.

The subject of the study is the assessment of the mineralization of natural waters of Odessa region as an indicator of their suitability for drinking, medical, irrigation and fishery use.

Research methods. The research results are summarized in the form of tables that are constructed using Excel. In addition, methods of statistical and comparative geographical analysis of information were used.

Results of the research. Water from the Dniester River and tap water of Odessa meet regulatory requirements. Groundwater of the Upper Sarmatian aquifer before purification of the value of mineralization above the norm was observed in all cases, after purification - only in one, ie the efficiency of bringing water to the optimal mineral composition is high. Among the mineral waters of Odessa region there are waters of small (1-5 g / dm³), medium (5-15 g / dm³) and even high mineralization, which corresponds to their ionic composition. The average salinity of seawater is about 16 ‰, ie they can be classified as "minimum" or "optimal" salinity from the standpoint of balneology. Mineralization is an important indicator of the quality of irrigation waters of some water bodies of Odessa region (Sasyk Reservoir, Danube River, Dniester River). The formation of the composition of ichthyofauna and the structure of industrial catches in individual estuaries of the Odessa region are determined by their hydrological and hydrochemical regime and, first of all, salinity.

Recommendations for the use of the obtained results, indicating the field of application. The obtained results will contribute to the efficient use of various natural waters of Odessa region.

Structure and scope of work. The work consists of an introduction, five chapters, conclusions, a list of references (56 titles). The work contains 8 tables, 4 figures. The total volume of the work is 70 pages.

Key words: mineralization, natural waters, drinking waters, medical waters, irrigation waters.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП	8
1 ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО МІНЕРАЛІЗАЦІЮ.....	11
2 МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ЯК ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ВОД ПИТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	26
3 МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ЯК ПОКАЗНИК ЛІКУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНИХ ВОД.....	36
4 МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ЯК ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ВОД ІРИГАЦІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	43
5 МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ЯК ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ВОД РИБОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	53
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	64
ДОДАТКИ.....	70

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ
І ТЕРМІНІВ

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я

ДБН – Державні будівельні норми

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

ДСанПiН – Державні санітарні норм і правила

ДСТУ – Державний стандарт України

ЕС – екосистема

М – мінералізація

МВ – мінеральна вода

МПА – промислово-міська агломерація

ПВ – підземна вода

ПЗ – прибережна зона

ПЗЧМ – північно-західна частина Чорного моря

ВСТУП

Одним із важливих показників якості і цільового призначення природних вод є величина їх мінералізації, яка визначає придатність природних вод для використання в питних, лікувальних, іригаційних, рибогосподарських та інших цілях. Тому оцінка мінералізації природних вод в різних регіонах України є актуальною задачею.

Метою роботи є оцінка мінералізації природних вод Одеської області як показника їх якості та цільового призначення.

Для досягнення поставленої мети сформульовані та вирішені наступні *задачі*: 1) навести стислу характеристику мінералізації та методів її визначення; 2) проаналізувати мінералізацію як показника якості вод питного призначення; 3) проаналізувати мінералізацію як показника лікувальних властивостей вод; 4) проаналізувати мінералізацію як показника придатності використання окремих водних об'єктів Одеської області для іригаційних цілей; 5) проаналізувати мінералізацію як показника придатності використання окремих водоймищ Одеської області для рибогосподарських цілей.

Об'єктом дослідження є якість природних вод України, а *предметом* дослідження – оцінка мінералізації природних вод Одеської області як показника їх якості і цільового призначення.

Матеріали і методи дослідження. Оцінка мінералізації природних вод базується на дослідженнях організацій, що забезпечують оцінку стану водних об'єктів Одеської області, а також на опублікованих джерелах інформації. 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 придатності окремих водних об'єктів Одеської області для питного,

лікувального, іригаційного та рибогосподарського використання за величною їх мінералізацією.

Практичне значення отриманих результатів полягає у визначенні закономірностей розподілу мінералізації природних вод Одеської області як показника їх цільового призначення.

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

Апробація результатів роботи. Результати дослідження роботи доповідалися на: студентській науковій конференції (Одеса, ОДЕКУ, квітень 2019 р.); VII Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (Харків, ХНУ імені В. Н. Каразіна, листопад 2019 р.); VIII Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (Харків, ХНУ імені В. Н. Каразіна, 26-27 листопада 2020 р.); XII Міжнародній інтернет-конференції «Соціальні та екологічні технології: актуальні проблеми теорії і практики» (Мелітополь, МІЕСТ УУ, 21-23 січня 2020 р.); Міжнародний молодіжний конгресі «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (Львів, НУ «Львівська політехніка», 9-10 лютого 2021 р.); конференція молодих вчених ОДЕКУ (28 квітня 2021 р.).

Окремі результати дослідження за шифром «Мінералізація» (Мінералізація як показник якості та цільового призначення водних об'єктів Одеської області) доповідались II турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузі знань «Екологія» (Полтавський національний політехнічний університет імені Юрія Кондратюка, березень 2020 р.). Конкурсна робота була розміщена на сайті цього ЗВО, а тези доповіді опубліковані в «Матеріалах підсумкової конференції II туру

Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за галуззю знань «Екологія». Полтава: ПНТУ імені Ю Кондратюка, 2020. С. 111. Робота була відзначена дипломом III ступені.

Деякі результати дослідження включені в звіт по НДР кафедри екології та охорони довкілля ОДЕКУ за темою «Стан водних об'єктів Одеської області в умовах антропогенного навантаження» (2019 р., Державний реєстраційний номер 0118 У 001223, код за ЄДРПОУ, ідентифікаційний номер 26134086).

Публікації. Основні положення роботи опубліковані в матеріалах вищезгаданих конференцій, а також у журналі, який входить до переліку фахових періодичних видань України (Сафранов Т.А., Юрасов С.М., Вербова А.С. Мінералізація поверхневих вод як показник придатності для іригаційних цілей (на прикладі окремих водних об'єктів Одеської області). *Екологічна безпека.* 2019 (28). № 2. С. 69-74).

Структура та обсяг роботи. Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку посилань (56 найменувань). Робота містить 8 таблиць, 4 рисунка. Загальний обсяг роботи – 70 сторінок.

1 ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО МІНЕРАЛІЗАЦІЮ ПРИРОДНИХ ВОД

Одним із найважливіших показників хімічного складу природних вод є величина їх мінералізації, тобто загального вмісту у воді мінеральних речовин (розчинених іонів, солей, колоїдів). Сумарний вміст усіх, виявлених при хімічному аналізі води, мінеральних речовин звичайно виражається в мг/дм^3 [1]. Мінералізація (M) виражається у вигляді суми іонів, всіх мінеральних компонентів або сухого залишку (кількість органічних речовин у сухому залишку звичайно не більше 10%).

Мінералізація води включає всі тверді речовини, розчинені у воді, незалежно від того, іонізовані вони чи ні (не входять суспензії, колоїди і розчинені гази). Теоретично, якщо всі розчинені тверді речовини можна було б точно визначити, мінералізація становила б у чисельному відношенні суму цих компонентів. Про величину мінералізації можна судити по *сухому залишку*.

Сухий залишок – це кількість розчинених речовин, переважно мінеральних солей, в 1 дм^3 води. Кількість органічних речовин у сухому залишку становить не більше 10%, тому можна вважати, що цей показник характеризує загальну мінералізацію води.

Воду з сухим залишком до 1000 мг/дм^3 називають прісною. Саме така мінералізація властива воді річок, більшості прісних озер і водосховищ. Воду називають солонуватою, якщо її мінералізація становить $1000\text{-}3000 \text{ мг/дм}^3$, і солоної при мінералізації понад 3000 мг/дм^3 , що характерно для води морів і океанів. Найбільш поширеними в природній воді є: аніони Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} і катіони Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} . Здавна з хімічним (мінеральним) складом води пов'язували її смакові якості і можливість розвитку у населення масових захворювань. У сучасних умовах інтерес до питання впливу мінералізації води на організм людини зріс, а обсяг досліджень розширився. Цьому

сприяло й те, що нині проблема дефіциту прісної води в багатьох країнах світу є дуже гострою. Особливе значення придбала гігієнічна оцінка електролітного складу питної води з появою технічних можливостей його зміни. Сьогодні можна вважати, що вплив загальної мінералізації води або її електролітного складу на організм людини достатньо вивчений.

Сухий залишок отримується після випаровування фільтрованої води і подальшого висушування осаду при температурі 105°C до постійної маси. При цьому не враховуються більш леткі органічні сполуки, що розчинені у воді. Органічні речовини містяться у природних водах в розчинному, колоїдному та завислому стані. Органічний вуглець (C_{org}) є показником сумарного вмісту органічних речовин у природних водах і на нього припадає біля 50% маси органічних речовин. Найменша концентрація C_{org} характерна для незабруднених природних вод – близько 1 мг/дм³ і, зазвичай, не перевищує 10-20 мг/дм³; винятком є болотні води, у яких концентрація C_{org} може сягати $n \cdot 100$ мг/дм³. Для ґрунтових концентрації C_{org} не більше за 30 мг/дм³, а для артезіанських вод – 35-40 мг/дм³. Максимальні концентрації характерні для вод нафтових і газоконденсатних родовищ (375-800 мг/дм³ і більше). Оскільки води господарсько-питного призначення, як правило, характеризуються низькими концентраціями C_{org} , то значення мінералізації і сухого залишку для них можуть відрізнятися не суттєво (як правило, не більше 10%). Склад сухого залишку не співпадає повністю зі складом речовин, присутніх у розчині: гази випаровуються, HCO_3^- переходить у CO_3^{2-} , Ca^{2+} і SO_4^{2-} може осідати у вигляді гіпсу ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), що поглинає частину води. Проте за величиною сухого залишку, як і за електропровідністю, можна приблизно оцінити точність отриманої суми розчинених твердих речовин.

Вміст сухого залишку у питній воді визначають у відповідності з ГОСТ 18164-72. Проби води відбирають за ГОСТами 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 $105^{\circ}C$ фарфоровій чашці. Випарювання ведуть на водяній бані з дистильованою водою. Далі чашку з сухим залишком вміщують у сушильну шафу і при $105^{\circ}C$ і висушують до постійної ваги.

Сухий залишок (x) у мг/дм^3 обчислюють за формулою:

$$x = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 1000}{V}, \quad (1.1)$$

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 натрієвих 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 $105^{\circ}C$. 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 $105^{\circ}C$. 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:

$$x = \frac{(m_2 - m_1 - m_3) \cdot 100}{V}, \quad (1.2)$$

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 %.

Мінералізація визначається насамперед за сумарним вмістом головних іонів: Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . У воді невисокої мінералізації переважають HCO_3^- і Ca^{2+} , а у воді високої $M - Cl^-$, Na^+ і Ca^{2+} ; Mg^{2+} і SO_4^{2-} більш характерні для води, яка займає проміжне положення між невисокою і високою M . Залежність між складом води та її M можна відобразити наступним чином: збільшення мінералізації – $HCO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^-$; зменшення мінералізації – $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^+$ (Ca^{2+}) [2]. В.К. Хільчевський та ін. [3] виділяють окрему групу «дуже прісних вод» (< 100 мг/дм³). Це пов'язано з тим, що маломінералізована вода (особливо з мінералізацією < 100 мг/дм³) суттєво погіршує якість питної води у фізіологічному відношенні, оскільки вона знижує осмотичний тиск всередині клітини. Особливо це стосується районів, де використовують воду від танення льодовиків у якості питної. Така вода відзначається низькою мінералізацією та дефіцитом Ca^{2+} . Зазначена ситуація є загальною гігієнічною проблемою, тому необхідне збагачення такої питної води мінеральними компонентами. За певних

екстремальних умов та у посушливих районах із дефіцитом прісної води (за погодженням з головним державним санітарним лікарем відповідної адміністративної території) допускається споживання питної води з більш високою величиною *сухого* залишку (1000-1500 мг/дм³).

В океанології замість мінералізації звичайно використовують поняття «солоність» (S) води, яка виражається вона в г/кг, тобто у тисячних частках – проміле (‰) [4]. Відомо, що більше половини всіх розчинених у морській воді компонентів, а саме 55%, становить хлор-іону. З огляду на сталість сольового складу, можна, визначивши концентрацію хлор-іону в пробі морської води, розрахувати потім не тільки загальну концентрацію солей (солоність), але і масову частку кожного з головних іонів. На цьому принципі заснований найпоширеніший в першій половині минулого століття аргентометричний метод визначення солоності, названий так, тому що в якості головного хімічного реактиву в ньому застосовується розчин азотнокислого срібла. Залежність між солоністю і вмістом хлору була визначена в кінці XIX в. спеціальною комісією Міжнародної конференції з дослідження морів і виражається рівнянням

$$S \text{ ‰} = 0,030 + 1,805 Cl \quad (1.3)$$

Представлене співвідношення часто називають формулою Кнудсена. При визначенні вмісту хлор-іону аргентометричним методом отримують вміст всіх галогенів, присутніх в морській воді, тобто суму іонів хлору, бром та йоду, але кількість хлору в цій сумі становить 99,9%.

Формула Кнудсена і складені по ній таблиці використовувалися для визначення солоності океанологами усього світу понад шістьдесят років, поки в 1963 р. не було запропоновано нове, більш компактне співвідношення між солоністю і вмістом хлору:

$$S \text{ ‰} = 1,80655 Cl \quad (1.4)$$

Аргентометричний метод досить простий і забезпечує точність до 0,02 ‰, що відповідає вимогам багатьох океанологічних завдань, але не вільний від деяких недоліків. По-перше, щоб визначити солоність цим методом, потрібно підняти пробу води на борт судна в гідрохімічну лабораторію, а це технічно обмежує число оброблюваних зразків. По-друге, основний застосовуваний реактив, азотнокисле срібло, вельми дороге речовина. Але головне полягає в тому, що метод визначення солоності за вмістом хлор-іону сьогодні не відповідає вимогам швидкості, масовості і безперервності вимірювань.

В останні десятиліття гідрологічні роботи в океанах і морях набули масового характеру, коли число вироблених в море вимірювань зросла в сотні і тисячі разів. Тому стали використовуватися зондувальні пристрої, як безперервно передають на борт експедиційного судна параметри морської води. В сучасних приладах-зондах для визначення солоності використовується електрометричний метод, який заснований на здатності морської води проводити електричний струм. Це властивість морської води залежить від того, що розчинені солі здебільшого присутні у воді у вигляді іонів, що несуть електричні заряди. За ступенем концентрації розчинених солей морська вода відноситься до слабких електролітів. Величина електропровідності змінюється пропорційно змінам солоності. Нагадаємо, що електропровідність є величина зворотна електричному опору, питома електропровідність вимірюється у сіменсах на метр (См/м).

Електропровідність морської води збільшується при збільшенні солоності, температури та гідростатичного тиску. Інструментальна точність (похибка приладу) вимірювання солоності по електропровідності становить 0,005 ‰. Введення в практику океанологічних вимірювань нового методу визначення солоності по електропровідності спричинило за собою розробку шкали практичної солоності (ШПС-78). Практична солоність за цією шкалою визначається як відношення електропровідності проби морської води до

електропровідності еталонного розчину хлористого калію, визначеного при температурі 15° С і тиску 1013 гПа. Практична солоність, що визначна таким чином, є величиною безрозмірною, і при її написанні знак проміле (‰) опускається. У науковій вітчизняній літературі замість нього зазвичай використовується аббревіатура ОПС (одиниця практичної солоності).

Існує ще багато інших способів визначення мінералізації води (кріоскопія, акустичний метод [5, 6] та ін.), які мають свої переваги і недоліки.

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:

$$\Delta T = K * \frac{100}{M_{p.k}} * \frac{a_2}{a_1} \quad (1.5)$$

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 1.5 випливає, що зниження точки танення на величину K відповідає наявності 1 благаючи розчиненої і не дисоційованої речовини в 1 кг розчинника, що виражається одиницею 1 осмолу на 1 кг розчинника. Тобто формулі (1.5) відповідає кількість розчиненої речовини в осмол, що аналогічно часто вживаються одиниці моль, причому береться до уваги ступінь дисоціації розчиненого компонента. Осмоль розраховується за формулою (1.6), яка при використанні масових відсотків перетворюється в рівняння (1.7):

$$O_S = \frac{\Delta T}{K} = \frac{10^6}{M} * \frac{a_2}{a_1}, \quad (1.6)$$

$$O_S = \frac{\Delta T}{K} = \frac{10^6}{M} * \frac{x}{100-x} = k * \frac{x}{100-x}. \quad (1.7)$$

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

Перспектива інструментального визначення мінералізації по електропровідності вже давно привертає увагу дослідників. Цінним 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.

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 струменевості течій вод, напрямок течій, визначення витрати води, вивчення струменевості течій і інші) 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 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 зроблене лише з значними припущеннями і похибками. Тому цілком зрозумілим є те, що спроби багатьох дослідників розробити загальний метод розрахунку мінералізації води по електропровідності до сих пір не можна визнати такими, що задовольняють сучасні вимоги, які пред'являються до таких методик. Незважаючи на це для будь-якого конкретного об'єкта результати іноді цілком прийнятні. При використанні розроблених методів для різних об'єктів кінцевий результат найчастіше має незадовільну точність.

З огляду на високу актуальність проблеми, безпосередньо пов'язану з постійно 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. Кількісно 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. Воробйови, 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, і, відповідно, загальну мінералізацію, проводить досить складну аналітичну роботу з використанням вимірювань електропровідності;

2) запропонований 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 індивідуальною і груповою електропровідністю 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. 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 кожному 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'ємною і складною апаратури.

Дуже часто поняття «мінеральні води» та «мінералізовані води» – плутають. Кількісний (інтегральний) показник – мінералізація – може мати різні значення. Якщо мінералізація води не перевищує 1 г/дм^3 , таку воду називають низькомінералізованою, в інтервалі від 1 до 5 г/дм^3 – маломінералізованою, від 5 до 15 г/дм^3 – середньомінералізованою, від 15 до 35 г/дм^3 – високомінералізованою, більше 35 г/дм^3 – розсільною. 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/дм^3 , то їх часто називають узагальнюючим словом «мінералізовані».

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 [7].

В. К. Хільчевським та ін. [8] 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 [9]. Ця класифікація природних вод за мінералізацією може застосовуватись як при теоретичних гідрохімічних дослідженнях, так і при виконанні прикладних гідрохімічних і гідро екологічних досліджень, пов'язаних з оцінкою якості природних вод для їх використання в різних цілях [3].

Середній вміст (мг/дм³) основних іонів в річкових водах в інтервалі M 0,1-2,0 г/дм³, розрахований В.В. Яковлєвим [10] за даними [11, 12], наведений у таблиці 1.1, а середній іонний склад світових підземних вод (ПВ) зони активного водообміну в інтервалі M 0,1-3,0 г/дм³ згідно [13] показаний у табл. 1.2.

Збільшення мінералізації вод супроводжується також і зростанням концентрації основних іонів, вміст деяких з яких може перевищувати нормативи для питних вод. Безумовно практично всі основні іони є показниками фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води [14].

Але, на жаль, не для всіх іонів, наведених у табл. 1.1 і 1.2, визначений діапазон оптимальних значень. Ось чому намів цих таблицях напівжирним шрифтом виділені показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води, значення яких вищі (↑) або нижчі (↓) за норматив [15].

Таблиця 1.1 - 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 1.2 - 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↑

В.І. Вернадський на протязі 1933-1936 років поділив усі води за ступенем мінералізації на прісні – із сухим залишком до 1 г/дм³, солонуваті – від 1 до 10 г/дм³, солоні 10-50 г/дм³, розсоли понад 50 г/дм³. Серед прісних вод іноді виділяють тверді – із сухим залишком 0,25-1 г/дм³ та м'які – із сухим залишком менше 0,25 г/дм³. Ступінь мінералізації підземних вод залежить від розчинності гірських порід, температури води, складу розчинених у воді газів, солей.

І.К. Зайцев [16] 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 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) [17] 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. 1.3).

Таблиця 1.3 – 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
Солонуваті	1,0-3,0		
Солоні	3,0-10,0	Переважно хлоридні	Солоні
Види з підвищеною солоністю	10,0-35,0		
Води перехідні до розсолів	35,0-50,0	Хлоридні	Розсоли
Розсоли	50-400(500)		

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. Алекін [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. Алекін розробив більш детальний поділ (табл. 1.4).

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 [14].

Таблиця 1.4 – 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

2 МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ЯК ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ВОД ПИТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Одним із важливих показників фізіологічної повноцінності мінерального складу (ФПМС) питної води є величина її мінералізації.

Слід зазначити, що Всесвітня організація охорони здоров'я рекомендує значення загальної мінералізації (сухого залишку) – 1000 мг/дм³, Агентство з охорони навколишнього середовища США (EPA) – 500 мг/дм³, Директива ЄС про питну воду 80/778/ЄС (ухвалена Європейською Радою 15.07.1980 р.) – 1500 мг/дм³.

За даними [18] при загальному вмісту мінеральних речовин 450 мг/дм³ якість питної води можна вважати доброю, а при 80 мг/дм³ – відмінною.

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 фізіологічної повноцінності мінерального складу 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. 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. За ФПМС питної води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 норматив з мінералізації (сухому залишку) встановлено в межах 200-500 мг/дм³ [14].

Перший у світі норматив сухого залишку у воді був прийнятий Брюссельської комісією в 1853 р. Встановили його (500 мг/дм³) на підставі середнього значення сухого залишку у воді водойм Саксон-Веймарського герцогства, яка вважалася доброякісною за органолептичними властивостями і

не викликала захворювань серед населення. Але з часом виникли інші пропозиції. Обґрунтовуючи норматив сухого залишку в питній водопровідній воді, перш за все потрібно враховувати його вплив на органолептичні властивості. Відомо, що значний вміст мінеральних солей надає воді солоний або гіркий смак. Солоний смак надають воді переважно натрію і кальцію хлориди, гіркий - магнію сульфати і хлориди. Споживачі відчують цей смак, якщо загальна мінералізація води перевищує 1000 мг/дм^3 . Природно, що внаслідок неприємного смаку зменшується вживання води.

В експериментальних дослідженнях, проведених за участю волонтерів, було встановлено, що кількість води, вживаної ними для втамування спраги, залежало від ступеня її мінералізації: при мінералізації 500 мг/дм^3 кількість випитої води дорівнювало 92%, 1000 мг/дм^3 - 49%, 2000 мг/дм^3 - 13% добової потреби в питній воді. До того ж вода з підвищеною мінералізацією гірше втамовує спрагу. Відчуття спраги виникає рефлекторно внаслідок зменшення кількості води в організмі, головним чином в плазмі крові. Навіть незначне зневоднення призводить до підвищення осмотичного тиску плазми крові та до подразнення осморорецепторів судин, що викликає збудження певних зон кори головного мозку - так званого центру спраги. Щоб втамувати спрагу, потрібно припинити роздратування осморорецепторів, тобто нормалізувати осмотичний тиск плазми крові. Цього легше досягти, вживаючи воду з низькою мінералізацією, яка є гіпотонічною щодо крові та між тканинної рідини. Щоб вода не мала гіркої і солоної смаку інтенсивністю понад 2 балів, її сухий залишок не повинен перевищувати 1000 мг/дм^3 . Саме таку воду називають прісною. Тобто верхня межа мінералізації (сухого залишку) питної води - 1000 мг/дм^3 встановлена на підставі впливу на органолептичні властивості води. Крім того, досліді на лабораторних тварин і результати досліджень, проведених за участю волонтерів, свідчать, що вживання високомінералізованої води небайдуже для організму: воно може призводити до розладу багатьох метаболічних і біохімічних процесів і розвитку різних порушень як на функціональному, так і на морфологічному рівні. Так,

вживання води з сухим залишком, що перевищує 1000 мг/дм^3 , супроводжується підвищенням гідрофільності тканин, затримкою води в організмі, зменшенням на 30-60% діурезу. Внаслідок цього підвищується навантаження на серцево-судинну систему і тяжкість перебігу хронічних хвороб: ішемічної хвороби серця, стенокардії, міокардіодистрофії, гіпертонічної хвороби. Підвищується ризик їх загострення, що може призвести до інфаркту міокарда і тому подібне.

Вживання води з підвищеною мінералізацією може викликати диспепсичні розлади у осіб, які змінили місце проживання. Це зумовлено вмістом у воді солей магнію і насамперед сульфатів, які дратують слизову оболонку тонкої і товстої кишок, посилюючи їх перистальтику. Крім того, під впливом такої води змінюється секреторна і моторна функції шлунка. Встановлено, що тривале вживання високо мінералізованої води призводить до розвитку і прогресування сечокам'яної і жовчнокам'яної хвороб. З розвитком технології опріснення солоних вод для питних потреб виникла проблема гігієнічного нормування нижньої межі мінералізації. Відомо, що вода з низькою мінералізацією (сухий залишок - до $50-100 \text{ мг/дм}^3$) неприємна на смак. Її тривале вживання може викликати порушення водно-електролітного балансу та обміну мінеральних речовин. Так, в дослідях на лабораторних тварин і дослідженнях, проведених за участю волонтерів, встановлено, що систематичне вживання дистильованої води призводить до порушення водно-електролітного гомеостазу, яке засноване на реакції осморцепторного поля печінки, що обумовлює підвищений викид натрію в кров. Це явище супроводжується перерозподілом води між позаклітинної і внутрішньоклітинної рідинами. Нижньою межею мінералізації, при якому гомеостаз організму підтримується адаптивними реакціями, є 100 мг/дм^3 . Оптимальний рівень мінералізації питної води становить $200-400 \text{ мг/дм}^3$. При цьому мінімальний вміст кальцію повинно бути не менше 25 мг/дм^3 , магнію - 10 мг/дм^3 .

Негативний вплив на організм людини справляє як висока, так і надмірно низька мінералізація питної води. На сьогоднішній день доведено, що споживання занадто маломінералізованої води негативно впливає на механізми гомеостазу, обмін мінеральних речовин і води в організмі (посилюється виділення рідини - діурез). Це пов'язано з вимиванням внутрішньо- і позаклітинних іонів з біологічних рідин, їх негативним балансом. Крім того, змінюється загальний вміст води в організмі і функціональна активність деяких гормонів, тісно пов'язаних з регулюванням водного обміну. Демінералізована вода має не тільки незадовільні органолептичні показники, а й негативно впливає на організми людей і тварин. Можливі наслідки споживання води, бідної мінеральними речовинами, діляться на наступні категорії:

- 1) прямий вплив на слизову оболонку шлунку, метаболізм і гомеостаз мінеральних речовин, та інші функції організму;
- 2) мале надходження (відсутність надходження) Ca^{2+} і Mg^{2+} ;
- 3) мале надходження інших макро- і мікроелементів;
- 4) втрати Ca^{2+} , Mg^{2+} та інших макроелементів у процесі приготування їжі;
- 5) можливе зростання надходження в організм токсичних металів.

А.В. Мокієнко [19], 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 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 мінералізації 100 мг/дм^3 , 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 мінералізації 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.

Водопостачання Одеської області здійснюється як з поверхневих так і з підземних джерел. Більшість басейнів малих річок області можна віднести до забруднених та дуже забруднених. Водопроводи, що одержують воду з поверхневих джерел: Одеський з ріки Дністер, Кілійський та Вилківський з ріки Дунай та Болградський з озера Ялпуг. Всі інші користуються водою з підземних джерел. Підземними водними ресурсами область забезпечена недостатньо та розміщені вони вкрай нерівномірно. Південний регіон, до складу якого входять 9 районів (Арцизький, Білгород-Дністровський, Болградський, Ізмаїльський, Татарбунарський, Тарутинський, Ренійський, Саратський, Кілійський) у міжріччі Дністра та Дунаю, найменш забезпечений підземними водами питної якості. Через високий вміст розчинених солей та різних домішок підземні води не відповідають державному стандарту на питну воду. На півдні Одеської області підземні води питної якості практично відсутні, а використовуються води з мінералізацією більше $1,5 \text{ г/дм}^3$, прогнозні ресурси яких складають $64,3 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$.

Основним джерелом системи централізованого водопостачання Одеської промислово-міської агломерації (ПМА) є вода річки Дністер (джерело 2-го класу), яка має середню мінералізацію $371,53 \pm 43,4$ мг/дм³. Після підготовки річкової води на водоочисній станції (ВОС) «Дністер» (відстоювання, коагулювання, фільтрування та хлорування) вона по водогону подається в м. Одеса, і середня мінералізація водопровідної води складає $376,05 \pm 36,5$ мг/дм³, тобто відповідає вимогам ФПМС.

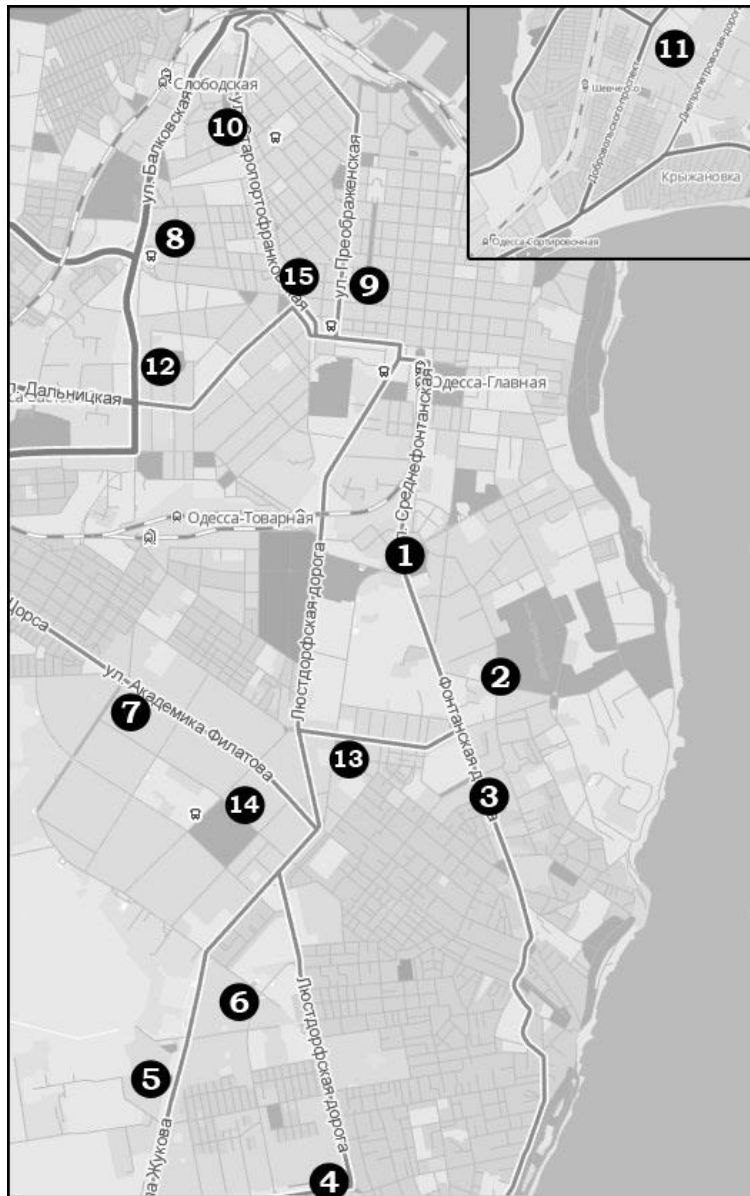
Альтернативним джерелом водопостачання є міжпластові підземні води верхньосарматського водоносного горизонту, які експлуатуються артезіанськими свердловинами, що пробурені у різних частинах території Одеської ПГА (рис. 2.1). Водоносний горизонт залягає на глибинах приблизно 120-130 м. ПВ після очищення подаються споживачам через 15 бюветних комплексів. ПВ мають мінералізацію в межах 0,8-1,2 г/дм³, але в північно-східній частині міста їх мінералізація досягає 3-5 г/дм³. Судячи за даними, наведеними на рис. 2.2, значення сухого залишку у водопровідній воді протягом окремого року, в основному, відповідають нормативним вимогам.

В бюветних комплексах застосовується технологія підготовки ПВ, яка складається із таких стадій очищення:

- 1) *механіко-каталітичне фільтрування* (окислення Fe^{2+} , видалення дрібнодисперсних зважених часток);
- 2) *очищення половини об'єму води методом зворотного осмосу* (видалення Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , мікроорганізмів);
- 3) *змішування води*, що пройшла очищення методом зворотного осмосу, з водою, що пройшла механічне фільтрування, у співвідношенні 1:1 в результаті чого загальна жорсткість, мінералізація, Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- значно зменшуються);
- 4) *озонування* відносно збалансованої за мінеральним складом води, що дозволяє забезпечити знезараження, дезодорацію, окислення органічних і неорганічних речовин, дегазацію води і насичення її киснем;

5) адсорбційна очистка озонованої води на фільтрах з активованим вугіллям (в процесі цього видаляються озон, окислені органічні і деякі речовини);

б) вторинне озонування води, що пройшла стадію адсорбційної очистки, перед подачею споживачам.



Номера бюветних комплексів:

- 1 – Середньофонтанська, сквер Космонавтів (пр. Гагаріна);
- 2 – парк Перемоги (вул. Піонерська, 11);
- 3 – 6-та станція Великого Фонтану (Фонтанська дор., 16);
- 4 – вул. акад. Глушка, 1;
- 5 – вул. марш. Жукова, 14;
- 6 – вул. 25-ої Чапаєвської дивізії, 1;
- 7 – вул. Рабина, 1;
- 8 – вул. Дальницка, 25 (вул. Раскайдовська, 31);
- 9 – сквер Старобазарний (вул. Старобазарна, 3);
- 10 – сквер Мечникова (вул. Ольгівська, 37);
- 11 – сквер Заболотного (вул. Кримська, 71);
- 12 – сквер Михайловський (Михайловська пл., 19);
- 13 – кінотеатр «Вимпел» (пр. Адміральський, 31);
- 14 – парк М. Горького (вул. Космонавтів, 15);
- 15 – вул. Прохоровська (вул. Старопортофранковська, 105).

Рисунок 2.1 – Схема розташування бюветних комплексів у Одеській агломерації

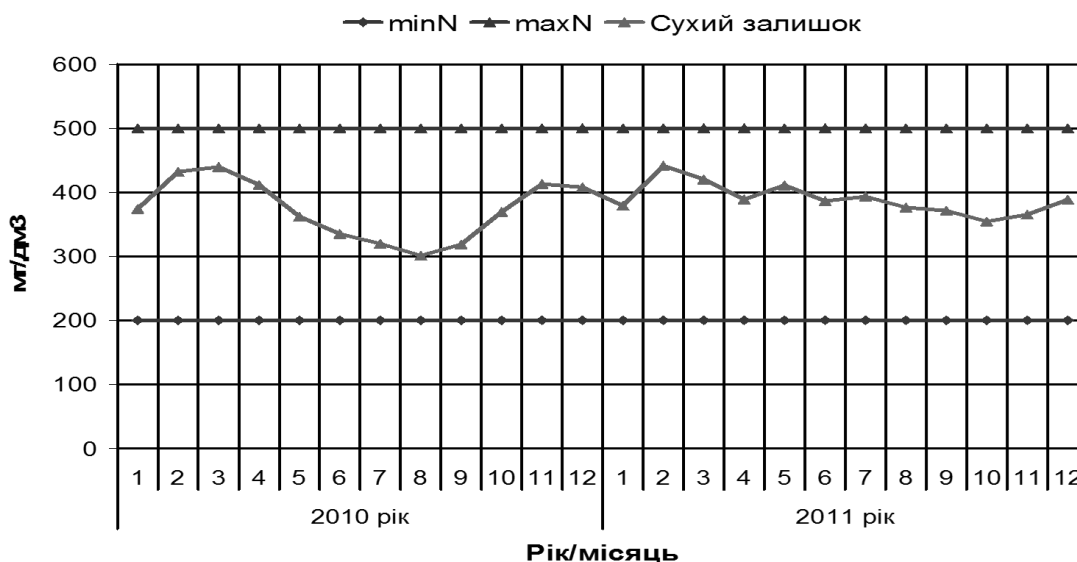


Рисунок 2.2 – Середньомісячні значення сухого залишку водопровідної води в Одеській агломерації

Після очищення, у бюветній воді істотно знижуються не тільки мінералізація, але і концентрації Ca^{2+} , Mg^{2+} і Na^+ , а це ще додатково провокує розвиток захворювань, зумовлених дефіцитом цих елементів. Шляхом додаткового очищення ПВ проблема збалансованості мінеральних компонентів питних вод вирішується лише частково, а в деяких випадках навіть посилюється.

Для вод бюветних комплексів характерні відхилення від нормативних значень мінералізації (табл. 2.1).

Регіональними особливостями у мінеральному складі питних вод Одеської області є високе різноманіття комбінацій мінеральних компонентів та часте перевищення нормативного вмісту компонентів сухого залишку. До зони ризику за мінеральним складом питних вод віднесено Болградський, Арцизький, Татарбунарський, Тарутинський, Саратський, Білгород-Дністровський, Ренійський, Ізмаїльський, Кілійський, Любашівський, Миколаївський, Комінтернівський, Красноокнянський і Савранський райони.

Таблиця 2.1 – Середні значення сухого залишку у підземних водах із окремих бюветних комплексів Одеської промислово-міської агломерації.

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

Доросле населення, яке споживає питну воду з високим вмістом окремих нетоксичних мінеральних сполук, добре адаптується до сольового складу питних вод із загальною мінералізацією – до 1500 мг/дм³. Для районів із несприятливими за мінеральним складом питними водами є доцільною розробка регіональних стандартів якості питної води, які мають відповідати цим діапазнам адаптації.

В результаті досліджень мінералізації і хімічного складу питної води, які були проведені на кафедрі загальної гігієни Одеського національного медичного університету протягом 2010-2014 рр., дана оцінка якості питних вод на території Одеської області. На підставі статистичної обробки масиву інформації (результатів хімічного аналізу 4250 проб питної води), встановлено, що населення окремих частин Одеської області споживає

високо мінералізовану воду. Середня значення загальної мінералізації питних значно перевищує гігієнічний регламент і становить $3532,2 \pm 2,44$ мг/дм³ ($p < 0,05$). Слід зазначити, що з загальною мінералізацією води пов'язаний важливий органолептичний показник – загальна жорсткість, обумовлений вмістом лужноземельних металів (кальцію і магнію). Так, в Одеській області показник загальної жорсткості води перевищує гігієнічний норматив у 3,4 рази ($24,1 \pm 1,5$ ммоль/дм²). Вміст кальцію та магнію також відповідно перевищував гігієнічний регламент – $344,8 \pm 21,1$ та $54,9 \pm 2,3$ мг/м³. Концентрації у питній воді інших хімічних елементів, які формують рівень загальної мінералізації, також значно перевищував гігієнічні регламенти [20].

Отримані результати ілюструють, що значна частина мешканців Одеської області вживає недоброякісну за хімічним складом воду. Забруднення питної води хімічними речовинами при постійному її вживанні зумовлює розвиток патологічних станів організму.

3 МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ЯК ПОКАЗНИК ЛІКУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНИХ ВОД

Вода суттєво сприяє здоров'ю, і слід гарантувати щоденне споживання 1,5-2 літрів води, оскільки хороша гідратація необхідна для підтримання рівноваги води в організмі, хоча потреби у людей можуть відрізнятися. Однак населення у всьому світі далеке від рекомендованої норми споживання води. Серед вод для людських потреб є води (очищені чи ні), призначені для пиття, які використовуються для приготування їжі та напоїв або для інших побутових цілей, а також природні мінеральні води, які мають специфічні властивості. Відповідно до Європейського законодавства (2009/54 / ЕС Директива), фізико-хімічна характеристика використовується для класифікації різних мінеральних вод на основі аналізу основних параметрів. Мінеральний склад дозволяє класифікувати природні мінеральні води як гідрокарбонатні мінеральні води, сульфатні мінеральні води, хлоридні мінеральні води, мінеральні кальцієві води, мінеральні магнієві води, мінеральні натрієві води мінеральні залізні води тощо. Незважаючи на занепокоєння щодо пляшкових мінеральних вод (через пластифікатори та ендокринні руйнівники), багато наслідків мають природні мінеральні води для здоров'я, і кілька досліджень досліджували їх властивості та їх роль у різних фізіологічних та патологічних станах [21].

Лікувальну дію природних вод визначають:

- 1) підвищений вміст її основних компонентів;
- 2) підвищений вміст специфічних компонентів;
- 3) специфічні фізичні властивості природних вод.

Відповідно до цього нова українська класифікація мінеральних вод (МВ) [22] починається з розподілу їх на три категорії:

- 1) I категорія – «без специфічних компонентів»;
- 2) II категорія – «з специфічними компонентами»;
- 3) III категорія – «за фізичними (специфічними) властивостями».

Мінералізація вод для питного використання у лікувальних цілях є одними із факторів їх диференціації [23]:

- 1) природно столові води (мінералізація від 0,1 до 1,0 г/дм³);
- 2) природні лікувально-столові води (мінералізація від 1,0 г/дм³ до 8,0 г/дм³);
- 3) розведені МВ – фасовані води, які одержані розведенням природних підземних вод (з мінералізацією до 1,5 г/дм³);
- 4) природно лікувальні води з мінералізація $\geq 8,0$ г/дм³.

За даними Державної установи «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології» (ДУ УНДІМРiК) Міністерства охорони здоров'я України», по Одеській області підраховані запаси МВ за рядом родовищ, на яких працюють більшість санаторіїв регіону. МВ цих родовищ мають *M*: Одеське – 12-14 мг/дм³ (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).

Основною гідромінеральною базою для розливу і питного лікування в Одеській області є водоносні горизонти неогенової системи, серед які є МВ води малої (1-5 г/дм³), середньої (5-15 г/дм³) і навіть високої мінералізації [23], що відповідає їх іонному складу. Внутрішній прийом вод малої *M*, які не вміщують специфічних компонентів та сполук у концентраціях, прийнятих у бальнеологічній практиці, 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.

Мінеральні міжпластові води з відкладів більш давніх, ніж неогенові, мають високу мінералізацію та у натуральному вигляді можуть використовуватися тільки для зовнішніх процедур. Так, на Одеській групі курортів використовуються напірні слабо термальні (20-22г/дм³) хлоридні

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

Аналіз сучасних тенденцій розвитку ринку бутильованих питних вод свідчить про зростання соціальної значущості споживання населенням фасованої питної води. Основними причинами зростання виробництва та споживання бутильованих питних вод є дефіцит прісних вод через погіршення екологічного стану довкілля, зростання кількості екстремальних ситуацій та обізнаність населення щодо значення якісної питної води для здоров'я. Саме тому значна кількість українців, що опікуються своїм здоров'ям, шукають альтернативні джерела якісної питної води. Найбільш поширеною альтернативою є використання фасованої (бутильованої) води. Україну можна справедливо назвати лідируючою країною на пострадянському просторі за видобутком мінеральних вод, їх використанням та промисловим виробництвом. Понад 77 % українців споживають бутильовану мінеральну воду. Обсяг внутрішнього ринку мінеральних вод України оцінений сьогодні в 1 млрд. доларів, рентабельність цього ринку, на думку експертів, становить 30 %. Споживання і, відповідно, виробництво мінеральних вод в Україні зростають з року в рік. Ринок мінеральних вод динамічно розвивається: приріст споживання становить 20-25 % в рік. Українські виробники бутильованої води забезпечують 96 % внутрішнього споживання. Решта відсотків припадає на імпорتنі поставки [24].

Провівши дослідження мінеральних вод, можна зробити наступні висновки: не всі зразки мінеральних вод мають на етикетці маркування відповідно до нормативних документів. За існуючою вітчизняною класифікацією мінеральної питної води за ступенем мінералізації всі досліджувані зразки питної води, що мають показники мінералізації в межах від 1 до 8 г/дм³, слід віднести до лікувально-столових. Разом з тим, маркування бутильованої мінеральної води від торгових марок «Моршинська», «Миргородська», «Природне джерело», «Трускавецька», «Тальнівська», «Von aqua», «Promo marka» позиціонує цю воду як природну

столову, хоча й може вказувати хімічний склад солей, що містяться у воді. Закордонні зразки мінеральної води (Vytautus, Боржомі, Altavalle, San Benedetto, Evian) більш чітко вказують на призначення води: лікувально-столова чи природна мінеральна вода з низьким вмістом мінеральних речовин. Ці показники є дуже важливими для споживача, оскільки підвищений ступінь мінералізації питної води обмежує тривалість її споживання.

Морські води можна розглядати як поверхневі хлоридні натрієві МВ для зовнішнього використання [25]. 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 ропи 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.

Близькими до хлоридних натрієвих МВ є морська вода і ропа лиманів, однак у них на організм людини впливають сукупність різних солей і біологічно активних мікроелементів. З огляду на невисоку концентрацію солей в опрісненій морській воді, морські ванни призначаються більш широкому колу осіб, ніж хлоридні натрієві МВ. 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 МВ. 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 МВ(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. Фізіологічна дія купання на організм пов'язана з термічними, механічними та хімічними факторами [26].

Сприятливі кліматичні умови, наявність лікувальних грязей, мінеральних лікувальних вод, розсолів, значна протяжність пляжів та інші природні чинники дозволяють говорити про перспективність прибережної зони (ПЗ) Одеської області для різних форм рекреації та оздоровлення, включаючи таласотерапію – лікування морським кліматом і купаннями в поєднанні з сонячними ваннами [27]. Можливості таласотерапії багато в чому визначають привабливість ПЗ Одеської області [28, 29].

Серед факторів, що визначають можливості таласотерапії, особливе значення мають солоність і хімічний склад морських і лиманних вод. Солоність морських вод у північно-західній частині Чорного моря (ПЗЧМ) складає не більше 15-16 ‰ [30]. Найбільшою мірою процеси опріснення морських вод відбуваються в пригирлових зонах Дніпра, Південного Бугу, Дністра і Дунаю (особливо в межах гирлового узмор'я Дунаю). Локальне опріснення морських вод може бути обумовлено також скиданням стічних та інших зворотних вод з берегових антропогенних джерел (об'єктів).

На рис. 3.1 наведено осереднені багаторічні значення солоності вод ПЗЧМ для поверхневого шару [30].

Як видно з вищенаведених даних, середня солоність вод у ПЗЧМ складає 15,89 ‰, а в розглянутих районах [30, 31] 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 «внутрішньо шкірної» 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.

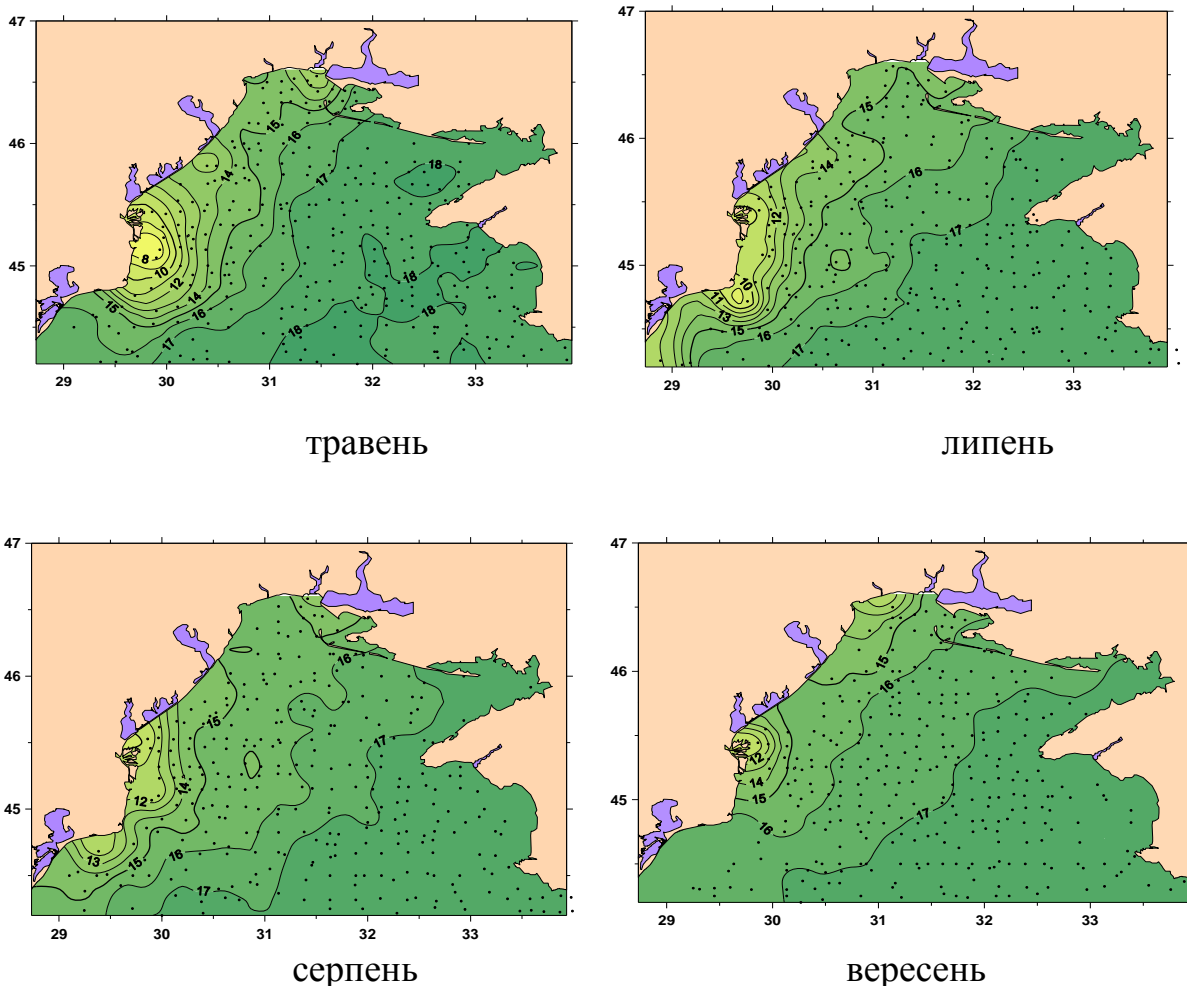


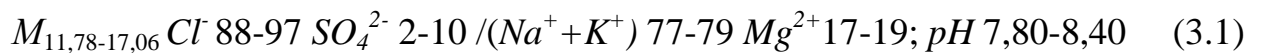
Рисунок 3.1 – Солоність (‰) вод поверхневого шару ПЗЧМ [30]

За класифікацією, що використовується в бальнеологічній практиці, ропа Куяльницького лиману характеризується як йодо-бромний борний хлоридний магнієво-натрієвий розсіл. Протягом 1996-2007 рр. мінералізація ропи коливалась від 80,0 до 260,0 г/дм³. Вміст окремих основних іонів становив: Cl^- – 95-97 %-екв.; $Na^+ + K^+$ – 70-76 %-екв.; Mg^{2+} – 24-26 %-екв.

Щорічний цикл коливання мінералізація чітко відбиває сезонний ритм: мінімум приходить на весняні місяці, максимум – на середину осені. Серед

біологічно активних компоненті і сполук в терапевтично значній концентрації визначилися: йод – 2,33-13,20 мг/дм³; бром – 278,40-398,40 мг/дм³; ортоборна кислота – 36,40-100,50 мг/дм³.

Хімічний склад морської води (в період її запуску до лиману через з'єднувальний трубопровід у 2015-2017 рр.) відповідав формулі:



Після запуску морської води значення мінералізації спостерігалися по трьох ділянка:

- 1) південна частина лиману (курорт Куяльник) – 210,49-257,47 г/дм³;
- 2) центральна частина лиману (ділянка с. Кубанка) – 204,99-259,93 г/дм³;
- 3) північна частина лиману (ділянка с. Ковалівка) – 223,39-302,55 г/дм³.

За співвідношенням основних іонів склад ропи на цих ділянках характеризувався як хлоридний магнієво-натрієвий. В вересні 2017 р. на ділянці с. Ковалівка зафіксовано найвище значення мінералізації за всю історію спостережень за Куяльницьким лиманом – 302,55 г/дм³. Отже, загальна мінералізація була вище 200 г/дм³ і ніяк не реагувала на запуск морської води. Вміст основних іонів та біологічно активних компонентів також знаходились у межах визначених кондицій [32].

4 МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ЯК ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ВОД ІРИГАЦІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В основу даного розділу покладена стаття, опублікована автором сумісно з Т.А. Сафрановим і С.М. Юрасовим (2019) [33].

Більше половини території України приурочено до зон недостатнього та нестійкого зволоження, що зумовлює почастишали затяжні періоди посух, а тому продовольче та ресурсне забезпечення країни, як і багатьох країн світу, значною мірою залежить від стану та ефективності використання ґрунтів меліоративного фонду. Одним із найсерйозніших проявів деградації ґрунтів у цій зоні є їх засолення і осолонцювання.

Коріння культурних рослини отримують воду з ґрунту, перш за все, в результаті осмотичного тиску, яке існує завдяки тому, що рослинні клітини містять більш високу концентрацію розчинних солей, ніж в ґрунті. Ця різниця в концентрації солей дає можливість переміщати воду з області низької концентрації солей (ґрунт) до вищої (рослина), і такий процес називається осмос. Коли для поливу застосовується вода з високою мінералізацією, відбувається підвищення їх рівня в ґрунті, знижуючи тим самим осмотичний тиск через мембрану кореня і, таким чином, зменшуючи поглинання води корінням рослини. У період між поливами, коли рівень води в ґрунті знижений до мінімуму, відбувається підвищення концентрації солей, а значить, знижується осмотичний тиск в ґрунті. Спочатку правильно встановлена система крапельного зрошення значно зменшить проблеми солоності ґрунту, завдяки підтримці на постійній основі високого вмісту вологи ґрунту, а також вилуговування (переміщенню) солей за межі кореневої зони рослини.

Зрошення є одним з основних напрямків водоспоживання в сільському господарстві України. Незадовільна якість води може позначитися на поливних культурах і ґрунтах через накопичення солей у кореневій системі, на зниженні проникності ґрунтів внаслідок надмірного потрапляння натрію і

магнію або в результаті переносу хвороботворних організмів чи забруднювальних речовин (ЗР), що безпосередньо є токсичною небезпекою для рослин. Полютанти із іригаційної води можуть накопичуватися у ґрунті і перетворити його через декілька років на непридатний для виробництва сільськогосподарської продукції. З іншого боку, полютанти, що знаходяться у зрошувальній воді, можуть бути безпечними для культурних рослин, але вони можуть погіршити якість сільськогосподарської продукції.

Для іригаційних цілей використовують поверхневі і підземні води, а також деякі зворотні води після очищення. Якість цих вод прийнято оцінювати за кількістю завислих речовин, мінералізацією, вмістом головних іонів, температурою тощо. Розмір твердих частинок у воді не повинен перевищувати 0,1 мм, оскільки при осіданні на дно вони замулюють іригаційну мережу. Оптимальна температура іригаційних вод – 18-20°C.

Оцінку якості іригаційних вод проводять за такими критеріями:

- величина загальної мінералізації вод;
- співвідношення основних катіонів (натрію, магнію, кальцію);
- вміст токсичних елементів, що можуть негативно вплинути на культурні рослини;
- концентрація поживних компонентів (іригаційні води можуть містити сполуки азоту, фосфору і калію у значних кількостях).

Нами за значеннями загальної мінералізації та за іригаційними коефіцієнтами, які ураховують мінералізацію природних вод, надається оцінка придатності деяких водних об'єктів Одеської області (водосховище Сасик, річки Дунай і Дністер) для іригаційних цілей у теплі періоди року за даними спостережень 2007-2017 рр. [33].

Нагадаємо, що мінералізація природних вод визначається вмістом головних катіонів (K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) та головних аніонів (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-}). Часто K^+ розглядають в сумі з Na^+ , а HCO_3^- в сумі з CO_3^{2-} . Використання вод з високою мінералізацією може привести до засолення

ґрунтів, тобто до надмірного накопичення в родючому шарі ґрунтів солей $NaCl$, Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , $NaHCO_3$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, $MgSO_4$ та ін., які пригнічують або згубно впливають на культурні рослини, знижують урожай і його якість. Засолення може бути нейтральним (хлориди і сульфати натрію і магнію) і лужним (карбонати і гідрокарбонати натрію і магнію) [34].

Небезпека засолення ґрунтів, виходячи із загальної мінералізацією зрошувальної води оцінюється таким чином [35]:

- мінералізація до $1,0 \text{ г/дм}^3$ – вода придатна для зрошення;
- мінералізація від $1,0$ до $1,5 \text{ г/дм}^3$ – вода придатна для обережного зрошення;
- мінералізація від $1,5$ до $3,0 \text{ г/дм}^3$ – необхідне проведення аналізу хімічного складу солей;
- мінералізація понад 3 г/дм^3 – вода не придатна для зрошення.

Залежно від мінералізації іригаційні властивості вод характеризуються таким чином [36]:

- вода, у якій мінералізація не більше $0,4 \text{ г/дм}^3$, добре підходить для поливу;
- вода, у якій мінералізація від $0,4$ до $1,0 \text{ г/дм}^3$, потребує обережного підходу з урахуванням комплексу умов її використання (температура, співвідношення основних іонів і т. д.);
- вода, у якій мінералізація від $1,0$ до $3,0 \text{ мг/дм}^3$, засолює ґрунт.

Існує також інша градація придатності води для іригаційних цілей, за ступенем загальної мінералізації [30]:

- мінералізація до $0,4 \text{ г/дм}^3$ – добра вода, придатна для зрошення;
- мінералізація від $0,4$ до $1,0 \text{ г/дм}^3$ – вода для обмеженого застосування;
- мінералізація від $1,0$ до $3,0 \text{ г/дм}^3$ – підвищена небезпека для рослин;
- мінералізація понад 3 г/дм^3 – може провокувати вторинне

засолення.

В іригаційній практиці США використовується така класифікація зрошувальних вод за ступенем загальної мінералізації:

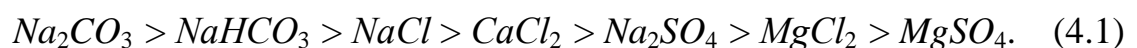
– мінералізація $\leq 0,20 \text{ г/дм}^3$ – вода низької мінералізації, яка придатна для зрошення більшості культур на більшості ґрунтів;

– мінералізація від 0,20 до 0,50 г/дм^3 – вода середньої мінералізації, яку використовують в умовах помірного вилуговування для культур середньої солестійкості, не застосовуючи заходів для боротьби з засоленням;

– мінералізація від 0,50 до 1,00 г/дм^3 – вода високої мінералізації, яку навіть при гарному дренажі можуть знадобитися заходи щодо боротьби з засоленням, культури слід вибирати з високим рівнем солестійкості;

– мінералізація від 1,00 до 3,00 г/дм^3 – вода дуже високої мінералізації, яка непридатна для зрошення в звичайних умовах, полив можливий лише при умовах високої проникності ґрунтів, дуже гарному дренажу та солестійкості сільськогосподарських культур.

Ступінь засолення ґрунтів характеризується також показником токсичності. Порогом токсичності є граничне значення вмісту солей, за якого спостерігається пригнічення росту і розвитку культурних рослин. Найбільш шкідливими для рослин є Na_2CO_3 , NaHCO_3 , NaCl , Na_2SO_4 та CaCl_2 . Меншу шкідливість для рослин мають MgSO_4 і MgCl_2 . Згідно принципу синергізму, суміші солей завжди менш токсичні, ніж їх більш чисті поєднання. В.А. Ковда[38] токсичність солей ранжує таким чином:



Розчинені у воді солі зазвичай наявні у вигляді аніонів і катіонів. Однак, іноді придатність води для іригаційних цілей встановлюють за співвідношенням вмісту в ній окремих видів розчинних солей [35]. Головні іони можуть бути токсичними і нетоксичними. До токсичних відносять такі, що здатні утворювати токсичні солі. Наприклад, аніон *хлору* і катіон *натрію*

токсичні, але інші головні іони можуть бути як токсичними, так і нетоксичними в залежності від їх взаємного урівноваження: Mg^{2+} і Ca^{2+} з Cl^- дають токсичні солі, а з CO_3^{2-} і HCO_3^- – нетоксичні; CO_3^{2-} і HCO_3^- з Na^+ утворюють найтоксичніші для рослин солі [39]. Виділення токсичних іонів зручно дослідити, якщо представити мінералізацію води у вигляді суми гіпотетичних солей.

Зображення мінерального складу іригаційних вод у вигляді набору гіпотетичних солей не використовується на практиці, оскільки іони у воді знаходяться у диссоційованому стані, і при проведенні хімічного аналізу визначають вміст іонів.

В літературних джерелах досить часто згадуються ці солі [35, 40, 41, 42]. Наприклад, на необхідність аналізу хімічного складу солей для вод з мінералізацією 1,5-3,0 мг/дм³ вказував А.Н. Костяков [35]. Як вважає О.А. Альокін [4], можна отримати наближене уявлення про характер солей, які надходять в ґрунт з даною водою, якщо умовно допустити, що при випаровуванні води в осад будуть випадати солі при комбінації іонів в наступній послідовності для катіонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+) і аніонів (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-). У Довідковому керівництві гідрогеолога [42] наводиться інша послідовність комбінування іонів: $K^+ + Na^+$ з Mg^{2+} ; Ca^{2+} з Cl^- ; SO_4^{2-} з $CO_3^{2-} + HCO_3^-$. В цьому випадку результат аналізу солей, як за прямою послідовністю, так і за зворотною, буде однаковим.

В класифікації, запропонованої С.Я. Бездніної [46] поряд з величиною мінералізації вод також враховується відсоткове співвідношення іонів натрію і суми катіонів (рис. 4.1).

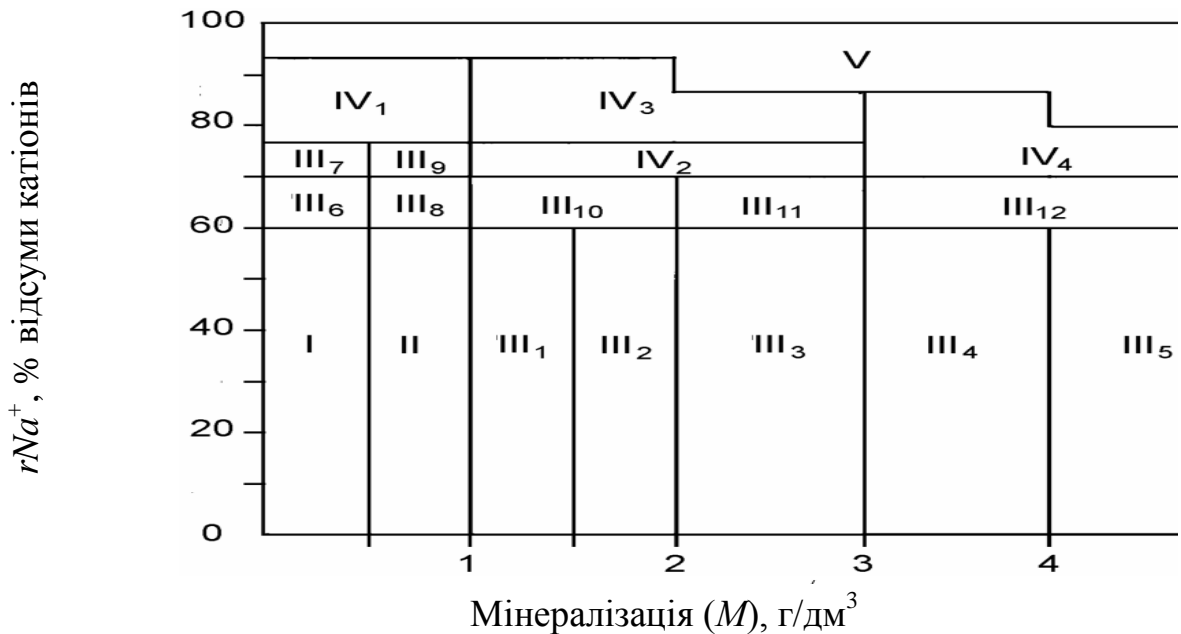


Рисунок 4.1 – Класифікація мінералізованих вод за ступенем їх придатності для зрошення [43]

Слід зазначити, що класи води в рамках цієї класифікації мають такі характеристики придатності для використання у зрошенні:

- I – води цілком придатні для зрошення всіх типів ґрунтів;
- II – води придатні для зрошення більшості типів ґрунтів;
- III – води обмежено придатні (III₁₋₅ – потребують покращання розводженням, III₆₋₇ – потребують хімічної меліорації, III₈₋₁₂ – потребують розводження та хімічної меліорації);
- IV – води умовно придатні (IV₁ – потребують хімічної меліорації, IV₂₋₄ – потребують розбавлення та хімічної меліорації);
- V – води не придатні для зрошення.

І.М. Антипов-Каратаєв і Г.М. Кадер [34, 36, 39, 40] запропонували виконувати оцінку іригаційних вод за рівнем небезпеки осолонцювання за таким співвідношенням:

$$K = (Ca^{2+} + Mg^{2+}) / Na^{+} \geq 0,23M, \quad (4.2)$$

де M – загальна мінералізація води, г/дм³;

Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ – концентрація катіонів, ммоль/дм³.

За вказаними параметрами пропонується розраховувати відношення катіонів, при яких кількість поглинення натрію досягає 10% від ємності катіонного обміну (ЄКО) ґрунту. Вважається, що критичне співвідношення катіонів $[(Ca^{2+}+Mg^{2+})/Na^+]_{10}$, при якому кількість поглиненого натрію досягає 10% від ємності ЄКО ґрунту $\geq 0,23M$. Тому, при $K < 0,23M$ вода непридатна для зрошування ґрунтів і можуть початися процеси їх осолонцювання [39, 44].

В іригаційній практиці США та інших країн оцінку якості зрошувальної води в натрій-адсорбційному відношенні (*SAR– Sodium Adsorption Ratio*) розраховують за формулою:

$$SAR = rNa^+ / [(rCa^{2+} + rMg^{2+}) / 2]^{0,5}, \quad (4.3)$$

де rNa^+ , rCa^{2+} , rMg^{2+} – концентрація катіонів солей, мг-екв/дм³.

Придатність води для іригаційних цілей за величиною оцінюється таким чином:

- $SAR \leq 10$ – вода доброї якості (низька небезпека осолонцювання ґрунтів);
- SAR від 10 до 18 – вода середньої якості (середня небезпека осолонцювання ґрунтів);
- SAR від 18 до 25 – вода незадовільної якості (висока небезпека осолонцювання ґрунтів);
- $SAR > 25$ – вода дуже незадовільної якості (дуже висока небезпека осолонцювання ґрунтів).

Американський вчений Л.А. Ричардс на підставі експериментальних даних показав, що при дуже низькій мінералізації зрошувальних вод ($< 1\text{г/дм}^3$) і незначній загрозі засолення ґрунтів, іригаційні води можуть бути причиною високої небезпеки їх осолонцювання (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Небезпека засолення і осолонцювання ґрунтів зрошувальними водами в залежності від мінералізації і величини SAR (Л.А. Ричардс) [43]

Загальна мінералізація, г/дм ³	Небезпека засолення ґрунту	Небезпека осолонцювання за SAR			
		низька	середня	висока	дуже висока
<1	низька	8 - 10	15 - 18	22 – 26	> 26
1 – 2	середня	6 - 8	12 - 15	18 - 22	> 22
2 – 3	висока	4 - 6	9 - 12	14 - 18	> 18
> 3	дуже висока	1 - 2	6 - 9	14	> 14

Досвід іригації в *аридних і напіваридних зонах* показує придатність зрошувальних вод з мінералізацією <1 г/дм³. Мінералізацію зрошувальних вод 0,2-0,5 г/дм³ вважають доброю при відсутності в воді соди. Мінералізація зрошувальних вод 0,5-1,0 г/дм³ допустима при поливі стійких до засолення культурних рослин на легких ґрунтах. Мінералізація зрошувальних вод 1,0-2,0 г/дм³ небезпечна з точки зору засолення ґрунтів. Більш мінералізовані води можна використовувати лише на легких ґрунтах з низькою поглинальними властивостями [45, 46].

Мінералізація вод *водосховища Сасик* (в теплий період року) в районі с. Трапівка (ГНС-2) складає, в середньому, 1,65 г/дм³ при діапазоні коливань від 0,94 до 2,26 г/дм³. Аналіз її статистичного розподілу показав, що тільки у 5-10% від усіх розглянутих випадків вода може бути з $M \leq 1$ г/дм³, що відповідає 2 категорії А.М. Костякова [35]. У більшості (90-95%) випадках досліджень вміст солей знаходиться в межах $1 < M < 3$ г/дм³ та за цією класифікацією А.М. Костякова [35] води даного діапазону відносяться до вод з «підвищеною небезпекою» (категорія 3), за класифікацією США – з «дуже високою» солоністю. При використанні вод Сасику для поливу є ризик засолення ґрунту. Зазвичай такі води непридатні для зрошення, однак полив можливий за таких умов: доброї проникності ґрунтів; наявності дренажу; солестійкості культур. Для вод позначеної мінералізації (від 1 до 3 г/дм³) за рекомендацією А.М. Костякова [35] необхідний аналіз сольового складу. За мінералізацією і концентрацією токсичних солей (іонів) води Сасику можна

використовувати тільки для поливу легких, добре проникних та дренажних ґрунтів. Для безпечного використання вод Сасику в іригаційних цілях з звичайних умов необхідне проведення хімічної меліорації і розбавлення їх водою з низькою мінералізацією.

Дані щодо значень мінералізації і вмісту головних іонів у р. Дунай (Кілійський рукав, м. Вилкове) наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Мінералізація і іонний склад річкових вод в теплий період(р. Дунай, Кілійський рукав, м. Вилкове), мг/дм³

Значення	<i>M</i>	HCO_3^-	SO_4^{2-}	<i>Cl</i>	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^++K^+
<i>сер.</i> , мг/дм ³	303	164	35	26,4	47,9	13,1	15,9
<i>min</i> , мг/дм ³	256	130	28,8	17,6	35,7	8,0	5,7
<i>max</i> , мг/дм ³	381	201	45	38,7	62,1	15,4	26,9

Як бачимо в табл. 4.2, мінералізація води р. Дунай (в теплий період року) складає, в середньому, 0,303 г/дм³. У 100% результатів спостережень мінералізація знаходиться в діапазоні до 0,40 г/дм³ (придатна для зрошення) [35, 36]. За класифікацію С.Я. Бездніної [45], яка поряд з величиною мінералізації враховує відсоткове співвідношення іонів натрію і суми катіонів (17%), вода р. Дунай відноситься до I класу (води цілком придатні для зрошення всіх типів ґрунтів). За класифікацією І.М. Антипова-Каратаєва і Г.М. Кадера [34, 36, 39, 40] з ймовірністю $p = 100\%$ коефіцієнт *K* (середнє значення дорівнює 2,51) більш 0,23*M* (0,07), тобто вода придатна для зрошення. Згідно класифікації, що прийнята в іригаційній практиці США, загальна мінералізація вод р. Дунай (0,303 г/дм³) відноситься до середньої з ймовірністю $p = 100\%$ (такі води використовують в умовах помірного вилуговування). При цьому культури середньої солестійкості можна вирощувати, не вдаючись до заходів боротьби із засоленням). За середнім значенням *SAR* (0,52) вода р. Дунай доброї якості та низького рівня небезпеки осолонцювання ґрунтів. При загальній мінералізації менш за 1 г/дм³ небезпека осолонцювання за Л.А. Ричардсом [43] також оцінюється як низька.

Дані щодо значень мінералізації вмісту головних іонів у р. Дністер (м. Біляївка) наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Мінералізація і іонний склад річкових вод в теплий період(р. Дністер, м. Біляївка), мг/дм³

Значення	<i>M</i>	HCO_3^-	SO_4^{2-}	<i>Cl</i>	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
<i>сер.</i> , мг/дм ³	452	186	112	35,3	61,7	24,2	31,1	6,0
<i>min</i> , мг/дм ³	285	122	12,0	17,7	40,0	6,1	14,9	2,0
<i>max</i> , мг/дм ³	704	232	275	70,9	80,0	60,7	75,0	9,0

Як видно в табл. 4.3, мінералізація води р. Дністер за теплового періоду року складає, в середньому, 0,452 г/дм³. У 28,2% випадків результатів спостережень значення мінералізації знаходиться в діапазоні до 0,40 г/дм³, тобто вода придатна для зрошення, а у 71,8% результатів – в діапазоні 400–1000 мг/дм³ вона придатна для обережного зрошення (згідно за класифікацією А.М. Костякова [35]). За класифікацію С.Я. Бездніної [36], яка, як відомо, поряд з величиною мінералізації, враховує відсоткове співвідношення іонів натрію і суми катіонів, вода р. Дністер відноситься до І класу, тобто води цілком придатні для зрошення всіх типів ґрунтів (з ймовірністю $p = 71,8\%$), та ІІ класу – води придатні для зрошення більшості типів ґрунтів ($p = 28,2\%$). За І.М. Антиповим-Каратаєвим і Г.М. Кадером [34, 36, 39, 40] вода р. Дністер придатна для зрошення з ймовірністю 100%. Згідно класифікації, що прийнята у США, загальна мінералізація води р. Дністер з ймовірністю $p = 71,8\%$ відноситься до середньої (такі води використовують в умовах помірного вилуговування). Культури середньої солестійкості при цьому можна вирощувати, не застосовуючи заходів для боротьби із засоленням). За значенням показника *SAR* (середнє значення - 0,85) вода р. Дністер доброї якості та низької небезпеки осолонцювання ґрунтів. За Л.А. Ричардсом [43] при загальній мінералізації менше 1 г/дм³, небезпека осолонцювання оцінюється як низька [33].

5 МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ЯК ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ВОД РИБОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Величезний вплив на іхтіофауну надає хімічний склад водного середовища, зокрема її сольовий склад. Солоність грає в житті риб та інших водних організмів велику роль. Адже щільність водного середовища, а отже, і умови плавання їх поряд з температурою залежать від кількості розчинених у морській воді солей. Такий важливий фактор, як осмотичний тиск, теж залежить від цього ж: осмотичний тиск пропорційно вмісту солей в морській воді. Так як кількісні співвідношення містяться в воді солей залишаються майже не змінюються, як скажемо трохи нижче, то і осмотичний тиск води відрізняється своєю сталістю. За винятком деяких водних ссавців, всі морські організми щодо осмотичного тиску пристосувалися до навколишнього їх водному середовищі. Значення осмотичного тиску стане зрозумілим, якщо ми згадаємо, що йому зобов'язані такі явища, як всмоктування, рух рідин через перетинки, виділення, мають таке колосальне значення там, де доводиться мати справу з колоїдальних системами, як в живому організмі. Звідси зрозуміло прагнення риби, як і кожного організму, до підтримки постійності осмотичного тиску, звідси зрозуміло і те, що жодна жива істота не може жити в воді, позбавленої солей. Так в природі і немає таких вод, так як навіть дощові води, проходячи через шари атмосфери, захоплюють з собою носяться в повітрі найдрібніші частинки солей.

Осмотичний тиск прісних вод настільки мало, що ніяких життєвих процесів в рибі не могло б відбуватися, якби в ній не виробилося осмотичного тиску значно більшого, ніж у навколишньому середовищі. З іншого боку, морське середовище зазвичай має значно більшу осмотичний тиск, ніж осмотичний тиск в крові і рідинах морської риби, виключаючи акулівих і міногових, у яких внутрішнє осмотичний тиск Ізотонічність (однакового тону) з зовнішнім осмотичним тиском. Таким чином, тут ми зустрічаємося з надзвичайно важливим для життя і еволюції риб фактом:

встановленням всередині риби осмотичного тиску не схожий на осмотичним тиском навколишнього середовища, але свого для кожної породи риб, ймовірно, відповідає оптимальному, при якому всі внутрішні процеси відбуваються найкращим чином. Важливість цього відокремлення осмотичного тиску у внутрішньому середовищі риби стає зрозумілою. Адже завдяки цьому всі внутрішні процеси набувають велику стійкість і правильність в своєму розвитку. Якщо у нижчих водних організмів - безхребетних і нижчих риб – ми зустрічаємо повну ізотонію, тобто однаковість осмотичного тиску в зовнішньому і внутрішньому середовищі, то, починаючи з вищих риб, вже виробляється деяка різниця між тим і іншим осмотичним тиском, показують досвід про повної незалежності осмотичного тиску всередині рибу від осмотичного тиску зовнішнього середовища говорити не доводиться, так як будь-яке більш-менш значних змін зовнішнього середовища позначається зміною в ту ж сторону і осмотичного тиску всередині риби, але тільки в значно меншій пропорції.

Отже, у риб зустрічаємо ми перші кроки до встановлення незалежності внутрішнього тиску крові від зовнішнього, що приводить до його сталості у вищих наземних хребетних.

Солоність виявляє і сезонну мінливість. Таким чином і в цьому факторі зовнішнього середовища риба знаходить досить різноманітних умов, до яких вона повинна пристосовуватися. Як і щодо термічних умов, зміни солоності підкоряються певним закономірностям, що залежать як від метеорологічних, гідрологічних, так і від космічних причин (вплив сонця і місяця, припливи і відливи, і т. д.).

По відношенню до солоності риб ділять на таких, які здатні переносити великі коливання в змісті солей, або евригалінні, і на таких, які весь свій життєвий уклад пристосували до строго певним сольовим відносинам, або стеногалінні. Зв'язок із середовищем тієї або іншої солоності позначається, як ми зазначили вище, встановленням певного для даної середовища

осмотичного тиску в організмі риби, що визначає роботу всіх її внутрішніх органів, а також наданням їй необхідних для життя солей, які риби вміють отримувати з навколишнього їх водного середовища в потрібній кількості навіть тоді, коли їх там знаходиться незначна кількість.

Різниця в осмотичний тиск ставить перепони для переходу риб з одного середовища в інше, різко відрізняється за змістом солей, а отже і по осмотичного тиску. Так, риби солонуватих вод не можуть жити ні в прісній, ні в типово морській; морські риби гинуть в чисто прісній і навпаки, прісноводні – в морській. Відомо дуже небагато риб, які можуть без шкоди для себе переходити з моря в річки і назад. До числа їх треба віднести колюшку і типових прохідних риб, як лососеві, вугри та ін., які пристосовуються і до тієї, і до іншої середовища в певні періоди свого життя.

Досліди, поставлені для з'ясування впливу солоної води на прісноводних риб і прісній – на морських, показали, що навіть поступове перенесення риби з одного середовища в інше закінчувався трагічно. Це показує, що і пристосовність носить відносний характер. Існуючі в природі приклади пристосовності риб до середовища, в якій вони зазвичай не живуть, проте, є: прохідні лососеві риби утворили так звані «реліктові форми», що живуть постійно в прісній воді.

Отже, значення сольового складу в життя риб величезне. Від складу і кількості розчинених у воді мінеральних солей залежить розвиток одноклітинних водоростей – їжі для безхребетних тварин, а останні служать їжею для риб. Деякі види риб (білий товстолобик, молодь оселедця) харчуються одноклітинними водоростями. Розчинені у воді мінеральні солі підтримують у риб постійне осмотичний тиск, що забезпечує роботу всіх внутрішніх органів: всмоктування в кров через стінки кишечника поживних речовин, а також виділення продуктів обміну. Риби протягом свого еволюційного розвитку пристосувалися жити у воді з більш-менш постійним сольовим складом, який визначає і сталість осмотичного тиску в їх організмі.

Всіх риб можна умовно розділити на три великі групи: що живуть у морській воді (солоність 15-35 ‰ і вище), що живуть в солонуватих водах (солоність від 1 до 15 ‰) і риб прісних вод.

Морські риби гинуть в прісній воді, а риби прісних вод не можуть жити в морській воді. Багато видів риб солонуватих вод не витримують високу солоність типових морських вод і не можуть існувати в прісних водах. Однак деякі види риб можуть тимчасово переходити з морів у ріки й озера, а з річок та озер - в моря. До таких риб відносяться вугри, лососеві, осетрові, деякі коропові і ін. Отже, різні види риб неоднаково реагують на солоність води. У зв'язку з цим одних риб, які витримують значне коливання солоності води, прийнято називати евригалінні, а інших риб, що не витримують сильних змін в кількості розчинених у воді солей, – стеногалінні.

Більшість промислових риб, що використовуються в якості об'єктів штучного розведення, є евригалінні. Вони живуть в типових морських і солонуватих водах, а розмножуються в прісній воді. Розвиток їх ікри проходить також в прісній воді. Напівпрохідні риби (лящ, сазан, вобла, тарань, судак) на стадії ембріонального і раннього постембріонального розвитку здатні переносити солоність води в 5 ‰. Молодь цих риб у віці 30-40 діб має верхній сублетальні межа солоності від 9 до 11 ‰, а дорослі особі – 12-14 ‰ [47].

Формування складу іхтіофауни і структура промислових уловів в озерах і лиманах Одеської області визначаються їх гідрологічним і гідрохімічними режимом і, в першу чергу, солоністю.

До відокремлення лиману *Сасика* від моря (1968-1980 рр.) в ньому у різні періоди з *морських риб* відзначено: молодь катрана і севрюги, хамса, оселедець морський, шпрот, мерланг, кефалі, атерина, сарган, морський коник, морські голки, морський йорж, морський півень, луфар, ставрида, смарида, барабуля, зеленушки, піщанка, морський дракончик, зіркогляд, морські собачки довгощупальцевий і червоний, бички: чорний і афія,

камбали, морський язик; з *прохідних*–катадромний вид – вугор та анадромні риби - молодь осетра, оселедець прохідний; з *напівпрохідних*– тюлька, пузанок; з солонуватоводних видів і підвидів – морська голка пухлощока, колючка багатоголкова, перкарина, бички; з прісноводних – стерлядь, плітка, краснопірка, лящ, білизна, чехоня, короп, карась сріблястий, щука, сонячна риба, судак, окунь; всі разом склали 59 таксонів [48].

Одразу після відокремлення Сасика, в ньому ще залишались фрагменти лиманної іхтіофауни [49]. Зокрема у верхів'ї відзначались кефалі, а у пониззі водойми –глось. За нашими даними, у перехідний період незабаром після відособлення (1981-1987 рр.) у Сасику зникли морські риби за виключенням оселедця морського, атерини, зеленушки плямистої; з прохідних – вугра, оселедця прохідного, напівпрохідного пузанка, з солонуватоводних– багатоголкової колючки, морської голки пухлощокої, бичків кніповічії, кругляка і пісочника, також вказаних вище прісноводних, та внаслідок сполучення з Дунаєм з'явилися інші прісноводні риби – ялець, в'язь, підуст, верховодка, вівсянка, рибець, плоскирка, клепець, гірчак, пічкур, марена, щипавка звичайна, в'юн, сом, умбра, колючка триголкова, йорж звичайний, бички гонець і цуцик; з акліматизованих – додалися товстолоби білий і строкатий, амур білий, всі разом склали 46 таксонів [50].

У завершальний період опріснювання (1988-2005 рр.) у водосховищі Сасику залишились, за виключенням стерляді, в основному всі вже вказані прісноводні риби, а з інших груп: тюлька, оселедець прохідний, пузанок, колючки багатоголкова і триголкова, атерина та додалися пічкур звичайний, марена і піленгас; разом – 41 таксон [51].

За даними О.М. Волошкевича [52], у 2002-2005 рр. іхтіофауна Сасика реально включала 33 таксони риб (*Cyprinidae* – 16, *Gobiidae* – 5, *Mugilidae* – 3, *Percidae*, *Clupeidae*, *Gasterosteidae* – по 2, *Cobitidae*, *Atherinidae* та *Syngnathidae* – по 1). Склад іхтіофауни Сасика трансформований завдяки опрісненню цього лиману дунайськими водами через спеціальний канал і ізоляції дамбою від Чорного моря. При цьому різноманіття риб в Сасику

скоротилося з 59 (в основному лиманних риб) до 41 (в основному прісноводних риб), відповідно зниження середньої величини солоності води з 8 до 2 ‰ [53].

У різні роки зміна гідрологічного режиму і солоності вод *Хаджибейського лиману* супроводжувалося докорінною перебудовою видового складу біоти водойми. У другій половині XIX століття іхтіофауна *Хаджибейського лиману* була представлена морськими видами риб (бички і глоса), які зникли після повної ізоляції від моря і осолонення водойми до 35 ‰.

У 30-х роках минулого століття після зниження солоності до 16,7 ‰ в лиман вселили креветку, глоси і кефаль. У 1941-1944 рр. в результаті вибуху дамби лиман з'єднався з морем, з якого в водойму зайшли атерин, бички, глоса, кефалі і інші види морських риб. У післявоєнні роки в лимані мешкала камбала глоса і бички.

Збільшення обсягів скидання стічних вод від СБО «Півнична» призвело до підвищення рівня, опріснення і евтрофікації водойми. В результаті вже до 1975 р. повністю зникли глоса, бички, мідія, знизилася чисельність і зменшилися розміри креветки.

До початку 1980-х років солоність вод лиману знизилася до 8-11 ‰ і у складі іхтіофауни з'явилися карась, плотва, укля, окунь. Замість збіднілої морської іхтіофауни активно формується прісноводний. В даний час в результаті господарської діяльності людини лиман перетворений в солонований водойму-накопичувач, формування екосистеми якого в основному залежить від гідролого-гідрохімічного і рівневого режиму, які регулюються штучно [54].

В роки опріснення *Тилігульського лиману*, коли солоність не перевищувало 9-14 ‰, в лимані зустрічалося до 49 видів риб. Осолонення лиману супроводжується зниженням кількості прісноводних і солоноватоводних видів і заміні їх морськими. До морських і солоноватоводних видів риб, які постійно живуть і відтворюються в

Тилігульському лимані, відносяться бички (від 7 до 14 видів), камбала глоса, кефаль піленгас, колючка (2 види) і собачка.

В ослоненій частини лиману постійно мешкає від 13 до 20 видів риб. У опрісненій частині (в гирлі річки Тилігул і прилеглої акваторії) зустрічається від 12 до 25 видів прісноводних риб з сімейств Коропові, Окуневі, Щучі та ін. Великий вплив на формування іхтіофауни лиману надає його зв'язок з морем. В окремі роки періодично діючий канал забезпечував водообмін лиману з морем і його зариблення масовими мігруючими видами. В першу чергу, це атерин (*Atherinamochon*), кефалеві (*Mugilidae*), оселедцевих (*Clupeidae*). У найбільш сприятливі роки, коли канал відкривався в березні-квітні і працював до липня, в Тилігульській лиман, крім звичайних для цієї водойми видів, заходили представники осетрових (*Acipenseridae*), в'юннів (*Coditidae*), вугрових (*Anguillidae*), а також ряд прісноводних видів, які в багатоводні роки виносилися з Дніпро-Бузького лиману.

У роки ізоляції Тилігульського лиману від моря і слабкого материкового стоку солоність вод лиману сягала 23-28 ‰ і вище. Іхтіофауна водойми в ці періоди була представлена 27-28 видами риб.

У роки з рясним річковим стоком, при працюючому каналі лиман-море, число видів, що зустрічаються в Тилігульському лимані, зростала до 35-49. В останні роки спостерігається загальне зростання солоності вод лиману на фоні зменшення його обсягу і площі.

Це пов'язано зі зменшенням або практично повною відсутністю в окремі роки прісноводного стоку річки Тилігул, скороченням обсягу атмосферних опадів і нетривалою роботою каналу лиман-море. В результаті цього спостерігається скорочення площі олігогалінної зони більш ніж в два рази і відповідне розширення полігалінної і мезогалінної зон. Причому в роки, коли канал лиман-море не працює або працює обмежений час, межа між мезо- і полігалінної зонами практично відсутня. Такі зміни призвели до значного скорочення числа прісноводних видів риб (до 4), розподіл яких в 2013-2014 рр. було приурочено в основному до плавневої і предгірлової

зонам річки Тилігул. Нетривала робота каналу лиман-море привела також до збіднення лагуни морськими видами риби [55].

Наведені вище данні щодо мінералізація вод окремих водних об'єктів Одеської області як показника їх придатності для рибогосподарських цілей узагальнені в роботі автора [56].

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Відповідно до вимог ДержСанПіН-10, оптимальна мінералізація 200 – 500 мг/дм³ 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/дм³), а також збідненої мінеральними речовинами може несприятливо впливає на здоров'я людини.

2. 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.

3. 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 ‰).

4. Мінералізація, а також іригаційні коефіцієнти, що ураховують цей параметр, є важливими критеріями якості іригаційних вод окремих водних об'єктів Одеської області. За класифікацією А.М. Костякова води водоймища Сасик відносяться до вод з «підвищеною небезпечністю» (категорія 3), за класифікацією, прийнятою у США, – з «дуже високою солоністю». У 100% результатів спостережень мінералізація води р. Дунай знаходиться в діапазоні до $0,40 \text{ г/дм}^3$ (придатна для зрошення за класифікацією А.М. Костякова); за класифікацію С.Я. Бездніної вода р. Дунай відноситься до І класу (води цілком придатні для зрошення всіх типів ґрунтів); за класифікацією І.М. Антипова-Каратаєва і Г.М. Кадера вода придатна для зрошення; згідно класифікації, прийнятій у США, загальна мінералізація вод р. Дунай ($0,303 \text{ г/дм}^3$) відноситься до середньої з $p = 100\%$ (воду використовують за умов помірного вилуговування, культури середньої солестійкості можна вирощувати, не вдаючись до заходів для боротьби з засоленням); за середнім значенням $SAR(0,52)$ вода р. Дунай доброї якості та має низьку небезпеку осолонцювання ґрунтів; небезпека осолонцювання за Л.А. Ричардсом оцінюється також як низька. У 28,2% результатах спостережень мінералізація вод р. Дністер знаходиться в діапазоні до $0,40 \text{ г/дм}^3$ (придатна для зрошення за класифікацією А.М. Костякова), а у решті результатів (71,8%) – в діапазоні $0,40 < M < 1 \text{ г/дм}^3$ (обережне зрошення

за класифікацією А.М. Костякова); за класифікацію С.Я. Бездніної вода р. Дністер цілком придатна для зрошення всіх типів ґрунтів ($p = 71,8\%$) або придатна для зрошення деяких типів ґрунтів ($28,2\%$); значення коефіцієнту за І.М. Антиповим-Каратаєвим і Г.М. Кадером складає $1,87$, тобто $K > 0,23M = 0,10$ – вода р. Дністер придатна для зрошення; за класифікацію, прийнятою у США, за рівнем загальної M ($0,303$ г/дм³, $p = 71,8\%$) вода р. Дністер відноситься до середньої; за середнім значенням $SAR(0,85)$ вода р. Дністер доброї якості та низької небезпеки осолонцювання ґрунтів; небезпека осолонцювання за Л.А. Ричардсом також оцінюється як низька.

5. Формування складу іхтіофауни і структура промислових уловів в окремих лиманах Одеської області (Сасик, Хажибейський і Тилігульський) визначаються їх гідрологічним і гідрохімічними режимом і, в першу чергу, солоністю. Наприклад, Тилігульському лимані найбільше різноманіття іхтіофауни (до 49-44 видів риб), високі улови і рибопродуктивність спостерігалися в роки опріснення водойми, коли солоність вод коливалася в межах від 3-6 до 6-10 ‰, а канал лиман-море працював регулярно. Осолонення лиману до 23-28 ‰, призвело до збіднення іхтіофауни (до 27-29 видів), зниження якості і величини промислових уловів і рибопродуктивності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши/ под ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 542 с.
2. Самарина В.С. Гидрогеохимия. Л., 1977. 359 с.
3. 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.
4. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 443 с.
5. 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.
6. Погребенник В. Д. Оперативне вимірювання інтегральних параметрів водного середовища та донних відкладів: монографія. Л.: Сполом, 2011. 280 с.
7. Иванов В.В., Невраев Г.А. Классификация подземных минеральных вод. М.: Недра, 1964. 167 с.
8. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основы гидрохимии: Підручник. К.: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
9. Горев Л. М., Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. Гідрохімія України. К.: Вища школа, 1995. 307 с.
10. 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: 29.11.2019).
11. Валяшко М. Г. Закономерности формирования месторождений солей. М., 1962. 214 с.

12. Шестопалов В.М., Негода Г.Н., Овчинникова Н.Б. и др. Классификация минеральных вод Украины: монография. К. : Макком, 2003. 121 с.
13. Белоусова А. П. Экологическая гидрогеология. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. 397 с.
14. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДсанПіН 2.2.4-171-10). К., 2010.
15. 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.
16. Зайцев И.К. Гидрогеохимия СССР. Л.: Недра, 1986. 238 с.
17. Овчинников А.М. Общая гидрогеология. М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1955. 385 с.
18. William H. Bruvold . Jeffrey I. Daniels. Standards for Mineral Content in Drinking Water *Journal (American Water Works Association)*. Vol. 82, No. 2, Meeting The New Regs (FEBRUARY 1990), pp. 59-65.
19. Мокієнко А.В. Мінеральний склад питних та мінеральних вод як фактор впливу на здоров'я населення (огляд літератури). *Вода: Гігієна и Екологія*. 2015. № 1-2 (3). С. 173-201.
20. Сахарова І.В., Михайленко В.Л., Барська Ю.С., Болотнікова Л. В. Якість питної води, як фактор, що детермінує стан здоров'я людини (на прикладі Одеської області). *Вода: гігієна и екологія*. 2014. № 1-4(2). С. 32-35.
21. Sara Quattrini, Barbara Pampaloni, Maria Luisa Brandi. Natural mineral waters: chemical characteristics and health effects. *Clin Cases Miner Bone Metab.* 2016 Sep-Dec; 13(3), pp. 173–180.

22. Шестоपालов В.М., Овчиннікова Н.Б. Перша українська класифікація мінеральних вод. URL:<https://cleanwater.org.ua/persha-ukrajinska-klassyfikatsiya-mineralnyh-vod/> (дата звернення: 09.11.2019).

23. ДСТУ 878:2006. Води мінеральні природні фасовані. URL:http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=55074(дата звернення: 09.11.2019).

24. Мінеральні води України/ за ред. Е.О. Колесника, К.Д. Бабова. К.: Купріянов, 2005. 576 с.

25. Загоруйко Н.В., Свояк Н.І. Медико-екологічна оцінка якості бутильованої мінеральної питної вод. *Вісник Черкаського державного університету. Технічні науки*. 2019. №2. С. 134-143.

26. Фоменко Н. В. Рекреаційні ресурси та курортологія: навч. посіб. К.: Центр навчальної літератури, 2007. 312 с.

27. Степанов Е. Г. Основы курортологии и санаторно-курортное лечение: учеб. Пособие. Х.: Кроссруд, 2007. 584 с.

28. Сафранов Т.А., Катеруша Е.В. Особенности талассотерапии в прибрежной зоне Одесской области. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2011. Вип. 11. С. 5-16.

29. 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.

30. 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.

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

32. Куяльницький лиман: реалії і перспективи рекреаційного використання: монографія/ Буркинський Б.В., Бабов К.Д., Нікіпелова О.М. та ін. Одеса. 2019. 314 с.
33. Сафранов Т.А., Юрасов С.М., Вербова А.С. Мінералізація поверхневих вод як показник придатності для іригаційних цілей (на прикладі окремих водних об'єктів Одеської області). *Екологічна безпека*. 2019 (28). № 2. С. 69-74.
34. Слюсарев В. Н., Терпелец В. И., Швец Т.В. Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине «Мелиоративное почвоведение». Краснодар: КубГАУ, 2014. 26 с.
35. Костяков А.Н. Основы мелиораций. М.: Государственное из-во сельскохозяйственной литературы, 1960.189 с.
36. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К.: Ніка–Центр, 2001. 262 с.
37. Заносова В. И., Молчанова Т. Я. Оценка качества подземных вод и степени их пригодности для орошения. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017. № 6 (152). С. 49-53.
38. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука, 1985. 263 с.
39. Практикум по курсу «Мелиорация почв» / Зайдельман Ф. Р., Смирнова Л. Ф., Шваров А. П., Никифорова А. С. М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2007. 66 с.
40. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв: М.: Изд-во МГУ им. М.В.Ломоносова, 2003. 448 с.
41. Астапов С. В. Мелиоративное почвоведение (практикум). М. : Государственное из-во сельскохозяйственной литературы, 1958. 368 с.
42. Справочное руководство гидрогеолога. Том. 1 / под ред. проф. В.М. Максимова. Л.: Недра, 1979. 512 с.
43. Безднина С.Я. Научные основы оценки качества воды для орошения. Рязань: Изд. РГАТУ, 2013. 171 с.

44. Антипов-Каратаев И.Н. Мелиорация солонцов в СССР. М.: АН СССР, 1953. 219 с.
45. Снеговой В.С., Гаврилица А.О. Экологические предпосылки мелиорации земель в Молдавии. Кишинев, «Штиинца», 1987, 191 с.
46. Жалалите Г.П., Желяпов В.И., Никоара И.Н. Возможность использования подземных вод для орошения в Республике Молдова. *Buletinul Institutului de Geologie și Seismologieal. AȘM.* № 2. 2017. С. 5-17.
47. Иванов А. П. Рыбоводство в естественных водоемах. М.: Агропромиздат, 1988. 367 с.
48. Бугай К.С., Смирнов А.И. Видовой состав, распределение и промысловое значение рыб лимана Сасик // Отчет Института гидробиологии АН УССР. Киев, 1968. 102 с.
49. Бурнашев М.С., Чепурнов В.С. Материалы по гидробиологии и ихтиологии лимана Сасык. *Учен.зап. Кишинев.ун-та.* 1956. 33 С. 56-65.
50. Бурнашев М.С., Чепурнов В. С, Кубрак И. Ф., Материалы по ихтиофауне лимана Сасик (Кундук) в течение лета 1956 г. *Учен.зап. Кишинев.ун-та.* 1958. 38 (ихтиологический). С. 62-90.
51. Вихристюк І., Донкоголов В., Базан Г., и др. Проблема Сасикупотребуєвирішення // Дельта и человек. Экологическая газета Придунайского края. 2005. № 22-24. С. 7.
52. Волошкевич А.Н. Особенности формирования и рационального использования рыбных запасов опресненного водоема –Сасыкского водохранилищ: Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1991. 29 с.
53. Смірнов А.І., Ткаченко В.О. Характер іхтіо різноманіття як біотичний маркер опреснювання лиману Сасик (Кундук). *Збірник праць Зоологічного музею.* 2007. Вип. 39. С. 41–56.
54. Шекк П.В. Изменение видового состава ихтиофауны Хаджибейского лимана под действием антропогенных факторов и пути её целенаправленного формирования. *Науковий вісник Східноєвропейського*

національного університету імені Лесі Українки. Розділ II. Зоологія. 2015. С.76-82.

55. Шекк П.В. Характеристика состояния ихтиофауны и перспективы рыбохозяйственного использования Тилигульского лимана. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Біологія.* 2014. №3(68). С. 54-60.

56. *Вербова А.С.* Мінералізація вод окремих лиманів Одеської області як показник їх придатності для рибогосподарських цілей// Мат. VIII Міжнародної наукової конференції «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (Харків, ХНУ імені В.Н. Каразіна, 26-27.11.2020 р.). Харків: ХНУ, 2020. С. 42-44.

ДОДАТКИ

Додаток А

Перелік публікацій та виступів за темою кваліфікаційної роботи
магістра

Перелік публікацій:

1. *Вербова А.С.* Мінералізація природних вод як показник їх придатності для господарсько-питного і лікувального використання (на прикладі Одеської області). Збірник статей за матеріалами студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету (15-18 квітня 2019р.). Одеса: ОДЕКУ. 2019. С. 84-86.

2. *Вербова А.С.* Мінералізація поверхневих Одеської області як показник їх екологічної безпеки при зрошуванні ґрунтів// Мат. VII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів «Галузеві проблеми екологічної безпеки» (Харків, ХНАДУ, жовтень 2019 р.). 2019. С. 60-63.

3. Сафранов Т.А., Юрасов С.М., *Вербова А.С.* Мінералізація поверхневих вод як показник придатності для іригаційних цілей (на прикладі окремих водних об'єктів Одеської області). *Екологічна безпека*. 2019 (28). № 2. С. 69-74.

4. Сафранов Т.А., *Вербова А.С.* Мінералізація поверхневих вод як показник придатності їх якості та їх цільового призначення //Мат. XII Міжнарод. Інтернет-конференція «Соціальні і екологічні технології: актуальні проблеми теорії і практики». Мелітополь, 21-23 січня 2020 р., МІЕСТ. Мелітополь; «Колор Принт». 240 с.

5. *Вербова А.С.* Мінералізація як показник якості та цільового призначення водних об'єктів Одеської області// Мат. підсумкової конференції II туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за галузю знань «Екологія». Полтава: ПНТУ імені Ю Кондратюка, 2020. С. 111.

6. *Вербова А.С., Сафранов Т.А.* Мінералізація питних вод як фактор впливу на здоров'я населення регіонів України// Регіональні проблеми охорони довкілля. Мат.Міжнар. наук. конф. молодих вчених (Одеса: ОДЕКУ, 1-3 червня 2020). Одеса, 2020. С. 23-25.

7. *Вербова А.С.* Мінералізація вод окремих лиманів Одеської області як показник їх придатності для рибогосподарських цілей// Мат. VIII Міжнародної наукової конференції «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (Харків, ХНУ імені В.Н. Каразіна, 26-27.11.2020 р.). Харків: ХНУ, 2020. С. 42-44.

8. *Вербова А.С., Сафранов Т.А.* Мінералізація як показник цільового призначення природних водних об'єктів Одеської // Мат. Міжнарод. конгрес "Сталий розвиток: захист навк. середовища. Енергоощадність. Збалан. природокористування": Зб. матеріалів. Львів: Західно-Український Консалтинг Центр (ЗУКЦ), ТзОВ, 2021. С. 30.

9. *Вербова А.С.* Вплив загальної мінералізації питних вод на організм людини// Тези конференції молодих вчених ОДЕКУ (ОДЕКУ, Одеса, 27 квітня 2021 р.).

Перелік виступів:

- Студентська наукова конференція (Одеса, ОДЕКУ, квітень 2019 р.);
- VII Міжнародна наукова конференція молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (Харків, ХНУ імені В. Н. Каразіна, листопад 2019 р.);
- VIII Міжнародна наукова конференція молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (Харків, ХНУ імені В. Н. Каразіна, 26-27 листопада 2020 р.);
- XII Міжнародна інтернет-конференція «Соціальні та екологічні технології: актуальні проблеми теорії і практики» (Мелітополь, МІЕСТ УУ, 21-23 січня 2020 р.);

- II тур Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузі знань «Екологія» (Полтавський національний політехнічний університет імені Юрія Кондратюка, березень 2020 р.);

- Міжнародна наукова конференція молодих вчених «Регіональні проблеми охорони довкілля» (Одеса: ОДЕКУ, 1-3 червня 2020);

- Міжнародний молодіжний конгрес «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (Львів, НУ «Львівська політехніка», 9-10 лютого 2021 р.);

- Конференція молодих вчених ОДЕКУ (28 квітня 2021 р.).

Додаток Б

Довідка

кафедри екології та охорони довкілля про участь студентки Вербової Альони Сергіївни у науково-дослідній роботі кафедри.

Тема НДР: «Стан водних об'єктів Одеської області в умовах антропогенного навантаження» Державний реєстраційний номер 0118 U 001223 (2019 р.) ;

Тема НДР: «Техногенне навантаження на складові довкілля регіонів північно-західного Причорномор'я» Державний реєстраційний номер 0120 U 105060 (2020 р.).

«Затверджую»

Зав. кафедрою

проф. Сафранов Т.А.