

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра екологічної безпеки

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри екологічної безпеки,
д. с.-г. н., професор
_____ Андрій КУЗИК
« ___ » _____ 2023 року

ДИПЛОМНА РОБОТА

БАКАЛАВРА

на тему: Екологічний стан вод Азовського моря в акваторії міста Маріуполь
Донецької області.

Виконав:
здобувач 4 курсу, групи ЕК-41
спеціальності 101 Екологія
Ахметова К.В.
Керівник:
Кочмар І.М.
Рецензент:
к.с.-г.н., доцент Лук'янчук Н.Г.

Львів – 2023 року

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра екологічної безпеки

Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри екологічної безпеки,
д. с.-г. н., професор
_____ Андрій КУЗИК
« ___ » _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу

Здобувачу _____ Ахметовій Катерині Владиславівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Екологічний стан вод Азовського моря в акваторії міста Маріуполь Донецької області»

керівник роботи Кочмар Ірина Миколаївна, викладач кафедри ЕБ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЛДУ БЖД від «07» лютого 2023 року №74 од

2. Термін подання здобувачем роботи 27 березня 2023 року

3. Початкові дані до роботи

1) Аналітичний огляд про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області // 2021 рік. Департамент екології та природних ресурсів Донецької державної обласної адміністрації. URL: <http://ecology.donoda.gov.ua/standovkilllya/>.

2) Водний кодекс України (відомості Верховної Ради України № 214/95-ВР) від 06.06.95.

3) Лоева І.Д., Орлова І.Г., Павленко М.Ю., Український В.В., Попов Ю.І., Деньга Ю.М. Сучасний екологічний стан Чорного та Азовського морів. Причорноморський екологічний бюлетень №4 (30) грудень 2008. С. 26-36.

4) Студінський В. А. Економіко-екологічні наслідки воєнного конфлікту на окупованій території Донбасу та Криму (за матеріалами Інтернету) // Перспективи розвитку економіки України: теорія, методологія, практика. Луцьк: Вежа-Друк, 2016

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

- 1) Розділ 1. Едафо-кліматичні умови м. Маріуполь.
 - 2) Розділ 2. Антропогенні чинники впливу на стан навколишнього природного середовища м. Маріуполь.
 - 3) Розділ 3. Методика досліджень.
 - 4) Розділ 4. Визначення екологічного стану вод Азовського моря в акваторії м. Маріуполь.
5. Перелік графічного матеріалу: презентація Microsoft Power Point
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Шуплат Т.І., к.с.-г. н., викладач кафедри екологічної безпеки ЛДУ БЖД		

7. Дата видачі завдання 10.02.2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Едафо-кліматичні умови м. Маріуполь.	13.02.23- 20.02.23	
2.	Антропогенні чинники впливу на стан навколишнього природного середовища м. Маріуполь.	21.02.23- 28.02.23	
3.	Методика досліджень.	01.03.23- 13.03.23	
4.	Визначення екологічного стану вод Азовського моря в акваторії м. Маріуполь.	14.03.23- 26.03.23	
5.	Підготовка доповіді та презентації	27.03.23- 31.03.23	

Здобувач

(підпис)

Катерина АХМЕТОВА

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ірина КОЧМАР

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Ахметова К. В. «Екологічний стан вод Азовського моря в акваторії міста Маріуполь Донецької області». Дипломна робота бакалавра за спеціальністю 101 «Екологія» складається з текстової частини, що містить 4 розділи, 54 с., 13 рис., 7 табл., 46 джерел, 4 додатки.

Об'єкт – води Азовського моря відібрані у акваторії м. Маріуполь Донецької області.

Мета роботи – оцінка екологічного стану вод Азовського моря.

Методи дослідження – порівняльний аналітичний огляд літературних даних, проведення фізико-хімічного аналізу морських вод гравіметричним, титриметричним, фотоколориметричним та іншими методами.

Проаналізовано екологічний стан Азовського моря в акваторії м. Маріуполь. Охарактеризовано фізико-географічні та гідрологічні умови чотирьох різних точок проб, взятих з акваторії м. Маріуполь. Здійснено аналіз техногенного навантаження на води Азовського моря. Зокрема, з'ясовано, що концентрація деяких показників до 284,6 раз перевищує ГДК вмісту хімічних речовин у воді водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення. Виконано фізико-хімічний аналіз проб води Азовського моря в межах акваторії м. Маріуполь (Додаток 1-4). На основі отриманих даних було розраховано узагальнений індекс забруднення води в чотирьох точках: Маріупольський морський торговельний порт, міський пляж «Піщаний», підніжжя шлакової гори ПрАТ «МК «Азовсталь» та гирло річки Кальміус у зимовий період.

М. МАРІУПОЛЬ, АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ, АЗОВСЬКЕ МОРЕ,
РІЧКА КАЛЬМІУС, ЗАБРУДНЕННЯ ВОД, ГДК

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ЕДАФОН-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ М. МАРІУПОЛЬ.....	8
1.1. Географічне розташування.....	8
1.2. Кліматичні умови.....	9
1.3. Гідрологічні особливості міста.....	10
1.4. Ґрунти	11
РОЗДІЛ 2. АНТРОПОГЕННІ ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА М. МАРІУПОЛЬ...	12
2.1. Промислові об'єкти та їх вплив на довкілля.....	12
2.1.1. ПрАТ “Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча”.....	12
2.1.2. ПрАТ «Металургійний комбінат "Азовсталь"».....	14
2.2. Вплив військових дій на екологічний стан м. Маріуполь.....	17
2.3. Азовське море і його екологічні проблеми.....	20
2.4. Моніторинг екологічного стану водних об'єктів м. Маріуполь.....	24
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	29
3.1. Вимоги до відбору проб.....	29
3.2. Опис місць відбору проб.....	29
3.3. Методики визначення гідрохімічних показників якості води.....	32
РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОД АЗОВСЬКОГО МОРЯ В АКВАТОРІЇ М. МАРІУПОЛЬ	39
4.1. Результати проведених експериментальних досліджень.....	39
4.2. Розрахунок індексу забруднення води	44
ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48
ДОДАТКИ.....	54

ВСТУП

Однією з головних проблем XXI століття є забруднення поверхневих вод, які відіграють велику роль для сучасного суспільства, адже слугують джерелом забезпечення чистої питної води для населення, для побутового та технічного використання.

На сьогоднішній день у водойми надходять значні кількості зворотних вод від промислових підприємств України. Слід відмітити, що стоки з полів, котрі надходять у ріки й озера, в кінцевому результаті потрапляють у Азовське та Чорне моря. Суттєво погіршує екологічний стан вод вплив військових дій на території України. Внаслідок бойових дій водні ресурси України зазнали чимало впливів, що супроводжується забрудненням водних об'єктів важкими металами та різними хімічними елементами, які також потрапляють внаслідок підриву дамб, насосних станцій, очисних споруд та захоплення водної інфраструктури.

Тема оцінки якості морської води є актуальною на сьогоднішній день, адже одним із найбільших практичних значень для людства є стан водних об'єктів, які виконують важливі функції у життєдіяльності суспільства.

Якість водних ресурсів визначають з допомогою загальновідомих методів та методик. В теперішній час застосовується декілька підходів для визначення оцінки стану водних екосистем, а також класифікації їх за ступенями забруднення, що відрізняються використовуваними показниками якості води, кількістю виділених класів, значеннями показників, методами інтерпретації результатів моніторингу та іншими.

Мета роботи – аналіз чинників впливу на екологічний стан вод Азовського моря в акваторії м. Маріуполь та оцінка рівня забруднення вод.

Об'єкт досліджень – проби води відібрані в акваторії м. Маріуполь Донецької області.

Предмет дослідження – фізико-хімічний склад проб води, вміст компонентів-забруднювачів у водах Азовського моря.

Для виконання роботи ми поставили перед собою наступні *завдання*:

1. Визначити основні підприємства області, які чинять антропогенний вплив на екологічний стан Азовського моря.
2. Провести аналіз моніторингових досліджень екологічного стану вод Азовського моря в акваторії м. Маріуполь Донецької області.
3. Відбір проб води у визначених досліджуваних ділянках та провести лабораторні дослідження по визначенню основних фізико-хімічних показників.
4. Оцінити загальну якість води та екологічний стан вод Азовського моря в акваторії м. Маріуполь.

РОЗДІЛ 1.

ЕДАФОН-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ МІСТА МАРІУПОЛЬ

1.1. Географічне розташування

Маріуполь – місто розташоване в Азовському регіоні Донецької області України. Воно є найбільшим містом на березі Азовського моря в гирлі річок Кальміус і Кальчик та являється одним із найбільших центрів української металургії і великим морським портом, тому виконує важливе стратегічне значення. Входить до десятки найбільших міст України і є одним із провідних промислових центрів.

Висота міста над рівнем моря становить 67 метрів. Місто займає площу 166,0 км² (із передмістями – 244,0 км²). Населення становить 446 тис. чол. Площа забудови – 106,0 км², а комплексної зеленої зони – 80,6 км² (рис. 1.1) [1].

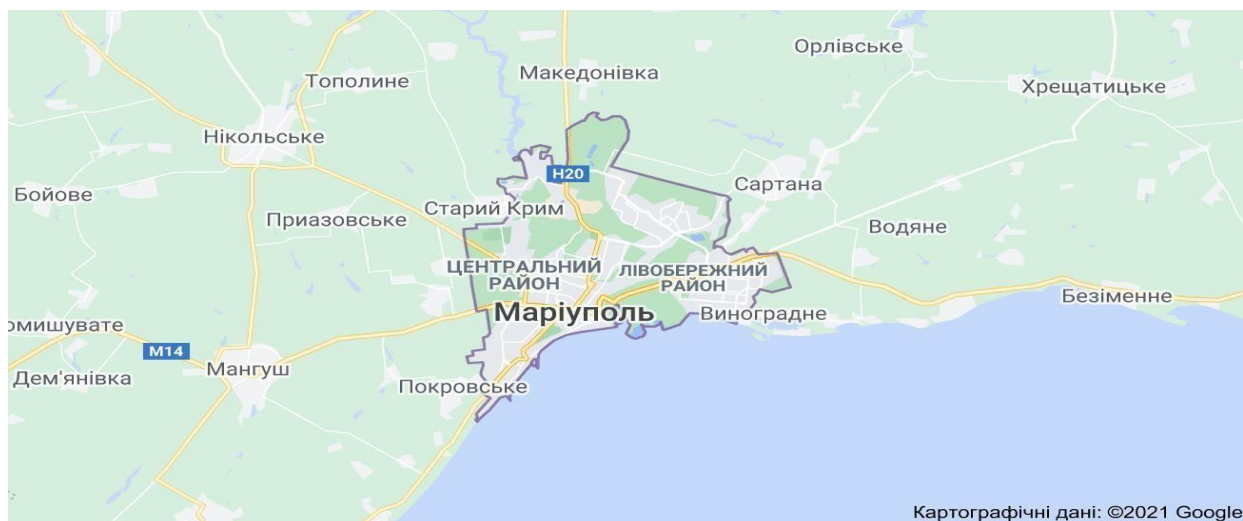


Рис. 1.1. Місцезонашування м. Маріуполь Донецької області

Міські ґрунти складені переважно із солоних чорноземів, зі значним ґрунтових вод, що часто призводить до зсувних процесів, розвитку водної ерозії та точкового підтоплення у різних районах міста. Значну частку становлять насипні ґрунти із лужною реакцією середовища (рН 6,6-7,5).

Основною прісноводною артерією, яка розділяє місто на дві частини є ріка Кальміус із правою притокою Кальчиком. Водні ресурси цих рік є невисокими. Викликає занепокоєння їхній санітарно-гігієнічний стан.

Природні надра Приазов'я містять значне різноманіття та запаси видобувних корисних копалин, зокрема: залізних руд, діабазів, вермикуліту, вогнетривких глин та ін. [2].

Значну роль у господарському та економічному житті міста відіграє Азовське море, на березі якого і знаходиться місто із портом. Дана частина Азовського узбережжя являє собою також санаторно-курортну зону міжобласного значення [3].

1.2. Кліматичні умови

Міський клімат відноситься до континентального помірного типу із характерним тривалим спекотним літом, під час якого часто трапляються засухи і буревії, м'якою сніжною зимою із частими відлигами та туманами. Річна кількість опадів становить 510 мм на рік. Доволі контрастними є сезонні температурні перепади: середня температура повітря у січні становить $-5,2^{\circ}\text{C}$, у липні $+22,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютна максимальна температура повітря становить $+40^{\circ}\text{C}$, а мінімальна -32°C [1,4]. Дані по кліматичних параметрах міста приведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Кліматичні умови міста Маріуполь

Показники	Місяці												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Абсолютний максимум, $^{\circ}\text{C}$	20,0	15,0	18,6	27,2	32,7	37,0	37,2	38,0	32,0	27,1	18,0	13,5	38,0
Середній максимум, $^{\circ}\text{C}$	-0,8	-0,1	4,9	12,1	19,7	24,4	27,2	26,5	20,7	13,2	5,9	1,0	13,1
Середня температура, $^{\circ}\text{C}$	-3,3	-2,8	1,7	9,4	15,8	20,2	22,7	21,9	16,4	9,6	3,2	-1,3	9,6
Середній мінімум, $^{\circ}\text{C}$	-5,9	-5,5	-1,1	5,8	11,5	15,3	17,6	16,8	11,7	5,9	0,6	-3,8	5,8
Абсолютний мінімум, $^{\circ}\text{C}$	-26,6	-25	-20	-7,3	0,0	5,6	8,9	-1,0	-1,1	-8,0	-17,0	-24,5	-26,6

Продовження табл. 1.1

Норма опадів, мм	35,1	33,0	37,5	44,5	44,0	52,9	44,2	43,0	39,4	28,6	47,8	60,5	510,5
Днів з опадами	17,7	14,9	15,4	10,4	8,1	8,0	5,2	4,1	6,9	9,5	12,7	15,9	128,8
Вологість повітря, %	89,0	86,2	83,0	73,9	70,0	67,5	65,6	61,2	67,4	79,0	86,7	88,9	76,5

1.3. Гідрологічні особливості міста

Поверхневі води території міста та околиць представлені річками та водами Азовського моря. Основними водотоками є ріка Кальміус (загальна протяжність 209 км, водозбірна площа 5070 км²) та її права притока Кальчик (мала річка протяжністю 42 км, водозбірна площа 1240 км²).

Перелічені річки характеризуються порівняно високим рівнем весняної повені та тривалою меженню із інтенсивними дощовими паводками. Максимальні рівні на р. Кальчик (1% забезпечення) зафіксовані в районі водомірного поста – 6,05 м, на р. Кальміус (0,5 км вище гирла) – 1,10 м.

Азовське море, до якого має вихід місто, є відносно мілководним. В районі міста ізобата 2 м проходить за 400–800 м від берега, ізобата 5 м – за 2–3 км (найбільша глибина моря – 13,5 м, середня – 7 м). Середній багаторічний рівень моря становить: Маріупольський порт – 4,60 м, максимальний – 5,84 м, а мінімальний – 3,42 м.

Рівневий режим моря характеризується чергуванням припливів і відпливів, що виникають під впливом переважаючих вітрів і спричиняють затоплення пляжів і абразію берегової лінії. Висота хвиль – 0,25 - 0,50 м з повторюваністю – 52-42%. Найбільша висота хвиль моря в районі міста досягає 1,2 м (за 1-1,5 км від берега), у відкритому морі – 2,5 м. Середня солоність становить 13,8 ‰.

Температура води в морі дуже мінлива, як протягом року, так і доби. Зимом температура води на узбережжі часто знижується нижче 0°C, а влітку – коливається в діапазоні + 27,5...28,5°C. Льодовий режим моря, що формується в січні-лютому, також непостійний, тримається біля 60 днів із максимальною

товщиною льоду – 50 см.

У сфері водокористування (питного та технічного) міста використовуються два водосховища: Старо-Кримське на р. Кальчик (проектний об'єм – 45 млн. м³, корисний об'єм – 30 млн. м³) та Павлопільське на р.Кальміус (корисний об'єм – 41,20 млн. м³) [1, 4].

1.4. Ґрунти

У долинах річок Кальчик і Кальміус сформувались досить родючі лучні і чорноземно-лучні ґрунти на заплавах відкладах (пісок, гравій і мул), а на перезволожених ділянках – лучно-болотні, місцями засолені типи ґрунтів.

На більшій частині території міста ґрунти зазнали тривалого антропогенного впливу через промислові викиди, деградації (кар'єри, відвали, міські дороги та прокладання залізничних шляхів), окультурення (поля, сади), а починаючи з 24 лютого 2022 року місто впродовж багатьох місяців війни росії проти України постійно зазнавало повітряних атак та ракетного бомбардування.

Тому ґрунтовий покрив Маріуполя має високу природну та антропогенно спричинену неоднорідність. У структурі ґрунтового покриву підвищеної частини цих міст переважають чорноземи звичайні малогумусні в 4 комплексі зі слабко солончакуватими різновидами, які здатні акумулювати значну кількість важких металів у профілі. У низинній частині переважають дернові малорозвинені ґрунти піщаного, глинисто-піщаного і супіщаного складу в комплексі зі слабко гумусованими пісками, які є дуже мало насиченими важкими металами через схильність до «скидання» їх у підґрунтові води вже за слабкого забруднення [5].

Чимало ділянок міських ґрунтів забрудненні кобальтом, кадмієм і свинцем. Підвищені концентрації обумовлені впливом промисловості, літологічним складом ґрунтоутворюючих порід, механічним складом лесових порід, аеральним солепереносом і підтопленням.

РОЗДІЛ 2.

АНТРОПОГЕННІ ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА М. МАРІУПОЛЬ

2.1. Промислові об'єкти та їх вплив на довкілля

В місті Маріуполі працює чи мало промислових підприємств, але найбільшими забруднювачами є два підприємства чорної металургії – ПрАТ «Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча» (ПрАТ «ММК ім. Ілліча») та ПрАТ «Металургійний комбінат «Азовсталь» (ПрАТ «МК «Азовсталь»). Діяльність цих підприємств призводила до забруднення навколишнього середовища за рахунок різних елементів скидів, у тому числі якості вод [6].

Частіше причиною великих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря Донецької області є старіння і фізичне зношення технологічного та газопилоочисного устаткування, характеристики якого не відповідають вимогам сучасних нормативів гранично допустимих викидів від підприємств в атмосферне повітря. Важка екологічна ситуація значно вплив не тільки на стан довкілля, а й на стан здоров'я і тривалість життя мешканців області. Найбільше населення Донецької області потерпає від захворювань дихальної і серцево-судинних систем і онкологічних захворювань [7].

2.1.1. ПрАТ «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча»

ПрАТ «ММК ім. Ілліча» – найбільше металургійне підприємство України та один із найбільших експортерів України, має повний металургійний цикл.

Основна продукція ПрАТ «ММК ім. Ілліча» – плоский прокат з легованих вуглецевих та низьколегованих сталей. Товстий лист виробництва ПрАТ «ММК ім. Ілліча» застосовується для виготовлення труб; холоднокатані і оцинковані листи – для холодного штампування, профнастилу. Також підприємство виробляє зварні труби, використовувані в будівництві. Комбінат має технічну можливість виробляти напівфабрикати: агломерат, що виготовляється із залізорудної сировини для виробництва чавуну; литі заготовки і катані сляби;

інші види напівфабрикатів, які за погодженням можуть реалізовуватися як товарна продукція. Виробничі потужності дозволяли виробляти близько 3,6 млн. тони конвертерної сталі, 12 млн. тонн агломерату, більше 4,5 млн. тонн чавуну і більше 5 млн. тонн готового прокату на рік. ПрАТ «ММК ім. Ілліча» – єдиний в Україні виробник оцинкованого холоднокатаного листа [8].

До складу металургійного комбінату входять: аглофабрика, має 12 агломашин, доменний цех у складі чотирьох доменних печей, вапняно-випалювальний цех, конвертерний цех, прокатний переділ у складі листопрокатного цеху – 1700, цеху холодної прокатки ЛПЦ-3000, трубоелектрозварювального цеху [9]. З 2010 року ПрАТ ММК «ім. Ілліча» входить до складу активів Групи Метінвест, яка здійснює стратегічне управління гірничо-металургійним бізнесом Групи СКМ, входить до складу Дивізіону Сталі і прокату Групи [10].

У ПрАТ «ММК ім. Ілліча» можна виділити чотири основних виробничих комплексу: хіміко-металургійне виробництво, аглодоменний комплекс, сталеплавильний комплекс та прокатний комплекс.

Хіміко-металургійне виробництво. На Хіміко-металургійної фабриці ПрАТ «ММК ім. Ілліча» створені та введені в експлуатацію ділянки з виробництва: зварювальних електродів марок МР-3, АНО-4, УОНИ-13/45 і УОНИ 13/55; керамічних флюсів; порошкового дроту для обробки металургійних розплавів; вторинного цинку з відходів гарячого цинкування смуги в ЦХП; пакетів міді; воднодисперсійних акрилових фарб і ґрунтовок; пасти вапняної, емалі ПФ-115; ґрунтовок ГФ-021; дроту сталевого зварювального; дроту сталевого низьковуглецевого загального призначення; дроту сталевого наплавного; фарби вапняної термостійкої та атмосферостійкої.

Аглодоменний комплекс. Виробнича потужність дванадцяти агломашин площею спікання 85 м² кожна загалом забезпечує сировиною доменний цех комбінату, а також дозволяє продавати продукцію іншим метпідприємствам. ПрАТ «ММК ім. Ілліча» має у складі 12 агломашин, доменний цех у складі чотирьох доменних печей, вапняновипалювальний цех, конвертерний цех,

прокатний переділ у складі листопрокатного, цех холодної прокатки Стан-1700 прокатки, листопрокатний цех-3000, трубоелектрозварювальний цех. У складі доменного цеху п'ять печей загальним обсягом 8635 м³, чотири розливні машини і відділення десульфурації чавуну в ковшах. Виплавлений чавун спрямовується в сталеплавильні цехи і частково зливається на розливних машинах. Доменний шлак у повному обсязі піддається переробці у цеху переробки шлаків та відходів виробництва. Гранульований шлак постачають цементним заводам, а щебінь, який отримують на дробильно-сортувальних установках, використовують для виробництва будівельних матеріалів і в дорожньому будівництві.

Сталеплавильний комплекс. Конвертерний цех у складі трьох конвертерів по 160 т кожен спеціалізується на виплавці як вуглецевих, так і низьколегованих (в т.ч. для зварних труб) сталей. До складу мартенівського цеху входять одна 650-тонна піч і дві печі по 900 т. Цех спеціалізується на виплавці вуглецевих і низьколегованих сталей. У 2000 р. в експлуатацію був введений вапняно-випалювальний цех, який складається з двох шахтних печей типу «Мерц» річною продуктивністю 373 тисячі т. вапна.

Прокатний комплекс. Товстолистовий цех «3000» в якості заготовки використовує литі сляби, що надходять з конвертерного цеху й катані сляби, з ЛПЦ «1700» (обжимне відділення). Листопрокатний цех «1700». Основною заготовкою для виробництва тонкого листа в листопрокатному цеху «1700» є катані сляби, вироблені в обжимному відділенні та литі сляби. Цех холодної прокатки – в якості заготовки використовує гарячекатані рулони, що надходять з ЛПЦ «1700» по конвеєру. Трубоелектрозварювальний цех при виробництві електрозварювальних труб використовує гарячекатані рулони, що надходять з ЛПЦ «1700» [11].

2.1.2. ПрАТ «Металургійний комбінат «Азовсталь»

ПрАТ «МК «Азовсталь» – одне з найбільших підприємств України – був введений в експлуатацію в 1933 році. ПрАТ «МК «Азовсталь» – підприємство з повним металургійним циклом, що випускає чавуну сталь, прокат.

До складу ПрАТ «МК «Азовсталь» входять чотири основних виробничих комплексів: коксохімічний цех, доменне і конвертерне виробництво, прокатний комплекс.

Коксохімічний цех. Складається з трьох коксових батарей проектною потужністю 1820,0 тис. тонн валового коксу 6% вологості. Коксовий цех призначений для виробництва коксової продукції і сирого коксового газу заданої якості. Початковою сировиною для коксування є шихта вугільна, приготована в відділенні підготовки вугілля до коксування коксового цеху з концентратів вугілля Донецького та інших басейнів.

Коксовий цех можна умовно розділити на два відділення:

- відділення підготовки вугілля до коксування;
- відділення виробництва коксової продукції.

Доменне виробництво. Доменний цех у складі п'яти доменних печей загальним корисним об'ємом 8753 м³ та проектною потужністю 5550 тис. тонн чавуну на рік забезпечує потребу конвертерного виробництва у передільному чавуні.

У 2006 році в цеху була введена в експлуатацію сучасна доменна піч (ДП-2), що має більш високу продуктивність і оснащена високотехнологічною системою аспірації. Усі основні технологічні процеси виробництва чавуну механізовані та оснащені автоматизованими системами управління.

Для складування та подальшої переробки доменних та сталеплавильних шлаків на комбінаті функціонує цех переробки металургійних шлаків (ЦПМШ). ЦПМШ виробляє щебінь та гранульований шлак. При дробленні зі шлаків витягується металевий скрап, який використовується частково замість металобрухту.

Конвертерний цех. До складу конвертерного цеху входять два конвертери з верхнім дуванням ємністю 350 тонн кожен, сучасні установки позапічної обробки сталі: дві двопозиційні установки «ковш-піч» та двопозиційна установка вакуумування сталі, відділення безперервного лиття заготовок з

чотирма машинами безперервного лиття заготовок у виливниці, введені в експлуатацію після закриття мартенівського цеху у 2011 році.

У 2008 році введено в експлуатацію комплексна машина безперервного лиття заготовок «МНЛЗ-6» із сучасними установками позапічної обробки сталі (дві двопозиційні установки «ківш-піч» та двопозиційна установка ковшового вакуумування).

У 2011 році проектну потужність конвертерного цеху з виплавки було перекрыто майже в 1,5 раза - було виплавлено 5293,06 тис. тонн конвертерної сталі.

Прокатний комплекс. До нього входять п'ять виробничих підрозділів: обтискний, товстолистовий, рельсобальний та великосортний прокатний цехи, цех рейкових скріплень.

Обтискний цех у своєму складі має обтискний стан блюмінг 1200, що виготовляє зі злитків конвертерного виробництва заготівлі (блюми) для виробництва рельсобалочної та великосортної продукції.

Товстолистовий цех у своєму складі має товстолистовий стан 3600 проектною потужністю 1950 тис. т на рік. Сортамент товстолистого цеху – товстолистовий прокат товщиною 6-200 мм та шириною 1500-3300 мм.

Рейкобалковий цех має у своєму складі рейкобалковий стан 1000/800 проектною потужністю 1422 тис. тонн прокату на рік. Сортамент рейковосалочного цеху сортовий та фасонний прокат, рейки різних типів та призначення.

Товстолистовий цех у своєму складі має товстолистовий стан 3600 проектною потужністю 1950 тис. т на рік. Сортамент товстолистого цеху – товстолистовий прокат товщиною 6-200 мм та шириною 1500-3300 мм.

Шаропркатне відділення цеху рейкових скріплень виробляє сталеві помольні кулі діаметром від 40 до 120 мм різних груп твердості, які використовуються в гірничодобувній та інших галузях промисловості для помелу під час підготовки рудних та нерудних матеріалів. Проектна потужність 170 тис. тонн на рік [12].

Комбінат був єдиним в Україні виробник високоякісного товстолистового прокату завтовшки від 6 до 200 мм і завширшки 1500-3200 мм для суднобудування, енергетичного і спеціального машинобудування, мостобудування, виготовлення труб великого діаметра для магістральних газо- і нафтопроводів північного виконання, глибоководних споруд. ПрАТ «МК «Азовсталь», єдиний в Україні, виробляв залізничні рейки різних типів і призначень, великий сортовий і фасонний профіль, рейкові скріплення, помольні кулі.

За рівнем валового доходу посідав третє місце серед металургійних підприємств України. Щорічно виробляв 6 млн т чавуну, 7 млн т сталі, 4,5 млн т прокату, 1,5 млн т агломерату.

За незалежної України ПрАТ «МК «Азовсталь» виробляв сертифіковану сталь, зокрема й корабельну, за передовими технологіями. Було відремонтовано низку устаткування та створено об'єкти природоохоронного призначення. У квітні 2003 року відбулося відкриття окремої азовстальської гілки газопроводу для стабільного забезпечення його роботи. З 2006 року ПрАТ «МК «Азовсталь» входить до Групи Метінвест. До 2009 року було успішно освоєно виробництво понад 40 найменувань нових марок сталі. У 2011 припинило діяльність мартенівське виробництво сталі та було встановлено рекорд добового виробництва чавуну (15,5 тис. тонн) [13].

В минулому - український монополіст, який випускав деякі види металопродукату, підприємство з повним металургійним циклом. 19 березня 2022 року був майже знищений російськими військами в ході вадких боїв, від початку повномасштабної війни Росії проти України не працює.

2.2. Вплив військових дій на екологічний стан м. Маріуполь

Україна нажаль починаючи із 2014 року, і особливо у 2022 році, поповнила список країн, які стикнулись в процесі державотворення із небезпеками мілітарного характеру. Станом на сьогодні дуже складним є стан довкілля м. Маріуполь Донецької області, який знаходиться у тимчасовій окупації.

За період війни 2022 року, експерти української громадської організації, Центр екологічних ініціатив “Екодія” нарахували понад 100 масштабних екологічних злочинів, які виразно негативно впливають на стан земельних, водних ресурсів та повітряного басейну, а також завдають непоправну шкоду екосистемі міста. Місту, чию інфраструктуру майже знищили російські окупанти, загрожує масштабна екологічна катастрофа.

Маріуполь впродовж місяців війни постійно зазнавав повітряних атак та ракетного бомбардування. Російськими військами застосовувались заборонені численними міжнародними конвенціями типи озброєння, до складу якого входять як важкі метали, так і хімічні речовини, небезпечні для життя та здоров'я населення та компонентів довкілля.

Окупанти інтенсивно та систематично обстрілювали обидва металургійних гіганти міста Маріуполя – ПрАТ «МК «Азовсталь» та ПрАТ «ММК ім. Ілліча». Обстріл інфраструктури підприємств здійснювався корабельною артилерією, надважкими фугасними авіабомбами ФАБ-1000 і ФАБ-3000, які важать 1 і 3 тонн, системами розмінування, реактивними системами залпового вогню БМ-21 “Град” і важкими вогнеметними системами ТОС-1А «Сонцепік» [14].

Небезпека, попри очевидну, ще у тому, що навколо масштабної азовстальської шлакової гори, окупанти обстрілами могли пошкодити захисну дамбу, яка блокувала потрапляння до Азовського моря хімічно забрудненої води.

На території ПрАТ «МК «Азовсталь» є технічна споруда, у якій зберігаються десятки тисяч тон концентрованого розчину сірководню. В наслідок пошкодження технічної споруди, сірководень потенційно може потрапити у Азовське море, що знищить численні види водних гідробіонтів.

В перспективі це може спричинити масштабне транскордонне забруднення, зокрема морські течії можуть перенести значні концентрації іонів сірководню із Азовського моря через Керченську протоку до Чорного моря. Далі це забруднення може потрапити через протоку Босфор і Дарданелли до міжнародного Середземного моря.

Водночас із проблемою водного забруднення, загострюється питання доступу населення до води, придатної для використання у побуті або господарстві та відповідності її санітарно-гігієнічним нормативам.

Фільтраційні системи та насосні станції для перекачування каналізаційних стоків були пошкоджені окупантами, питна вода, яка змішується зі стоками з каналізаційної мережі стає непридатною для споживання.

Росіяни вбили у м. Маріуполь щонайменше 22 тисячі мирних мешканців. Оскільки жителі ховали вбитих рідних та сусідів на подвір'ях поблизу будинків, що перебувають поряд із комунікаціями водопостачання та водовідведення, то це викликало високу загрозу потрапляння трупної отрути, бактерій, мікобактерій туберкульозу та інших збудників хвороб, у водопровідну систему, підземні джерела та у річки.

Складною є й ситуація із забрудненням едафотопів. Під час обстрілу міста було відсутнє вивезення побутових відходів, численні стихійні сміттєзвалища виникали посеред парків та поруч із будинками. Частина цих відходів частково затопила із водою з пошкоджених труб водопостачання та під час дощів. Це призводить до росту патогенних бактерій у цьому смітті, які потрапляють до ґрунту та в ньому акумулюються. Крім того через постійні обстріли, верхній шар ґрунту зазнавав значних деформацій, забруднень у вигляді мін, нафтопродуктів, металів та нерозірваними боєприпасами [15].

Зокрема, одним із негативних наслідків цього є подальше забруднення повітряного басейну території небезпечними газами, які вивільняються в результаті вибухів артилерійських снарядів. Так, після їх детонації утворюється кілька кубічних метрів токсичних газів, які можуть сприяти випаданню кислотних дощів. Безпосередньо сірковий газ, що присутній у боєзарядах впливає негативно на загальний стан цивільного населення, що опинилося в зоні бойових дій.

Вміст діоксидів сірки та азоту, оксиду вуглецю, фенолу, аміаку та інших хімічних сполук, а також важких металів і пилу в повітряному басейні міст Донецької області, перевищував зокрема у Маріуполі гранично допустимі

концентрації у 3-4 рази. На 1 км² території області припадало 70 т викидів, що в 10 разів перевищував аналогічний показник по Україні.

Проблемою є також осередки забруднення ґрунтів миш'яком, концентрація якого у ґрунтах досягає аномально високих значень – 85-250 мг/кг, що у 40–100 разів перевищує ГДК [16].

2.3. Азовське море і його екологічні проблеми

Азовське море – внутрішнє море басейну Атлантичного океану. Його площа становить 39 тис. км², об'єм – 320 км³, довжина берегової лінії 2700 км. Азовське море сполучається із Чорним морем Керченською протокою, ширина якої від 4,5 до 15 км. Азовське море є наймілководнішим морем у світі: максимальна глибина – 13,5 м, а середня глибина – 7,4 м [1].

Утруднений водообмін і відокремленість Азовського і Чорного морів від Світового океану, сприяє накопиченню в ньому токсичних речовин.

Дослідження абсолютного віку донного мулу показали, що він становить 230–360 млн. років, і відповідає віку Азовського моря.

Водозбірна площа Азовського моря по відношенню до його розмірів на відміну від інших морів є відносно великою. Через це воно, в порівнянні з іншими, надзвичайно забруднене і вважається хімічно найзабрудненішим морем Світового океану, адже через систему річок в його води надходить значна кількість змивів із сільськогосподарських угідь – пестициди, мінераль добрива, продукти тваринницького комплексу. Порівняльні дані Азовського моря із іншими морями, представлені у таблиці 2.1.

Важливе значення у підтриманні екологічного балансу моря, узбережжя відіграють ріки, які підтримують сольовий баланс моря, формують береги виносом твердих матеріалів (пісок, каміння, ґрунт) [17].

Інтенсивне будівництво об'єктів рекреаційної інфраструктури на узбережжі сприяє активізації процесу абразії та поступового руйнування берегової лінії.

Таблиця 2.1.

Порівняльні характеристики морів

Назва моря	Площа тис. км ²	Найбільша глибина, м	Площа водорозділу, млн. км ²	Відношення площі моря до площі водозбору
Азовське	39	13	0,56	1:14
Балтійське	419	470	1,6	1:4
Каспійське	371	1025	3,5	1:9
Чорне	422	2210	1,9	1:5

В акваторії Азовського моря щорічно концентрується біля 12 млн. тон речовин: за рахунок річкового зносу твердих речовин – понад 8 млн. тон, органічних речовин фітопланктону і бентосу – понад 2 млн. тон і вуглецевих похідних – біля 2 млн. тон [2, 18].

Наслідком цього є швидке накопичення осаду на дні із швидкістю 2 мм/рік і поступове обміління. Встановлено, що за 1000 років майже на 2 метри зменшилась середня глибина Азовського моря. Цьому процесу протистоїть інший – повільне прогинання дна, яке найбільш виражене в центральній частині моря. Як наслідок маса абразійних продуктів, яка щорічно вимірюється у мільйонах тон є диференційованою: на ділянці Білосарайської коси становить 13 млн. тон, а на Керченському півострові – 0,21 млн. тон.

Найбільшим фактором суттєвого погіршення стану Азовського моря є відходи підприємств, які розташовані у прибережних містах Маріуполь, Бердянськ, Приморськ і ін.[2, 19].

Підприємства, що знаходяться в прибережній зоні Азовського моря, скидають щорічно понад 1000 т. сполук заліза, 300 т. нафтопродуктів, 150 т. фенолів, близько 70 т. солей цинку, 200 т. сполук міді і свинцю. Лише підприємства м. Маріуполь скидають в Азовське море близько 800 тис. тон шкідливих речовин за рік. У морській воді ГДК нафтопродуктів перевищено в 2-7 разів, фенолів і сполук фосфору – відповідно в 5 і 10 разів [15, 20].

Так, за інформацією журналу “Екологія підприємства”, щороку із заводів

Маріуполя близько 900 млн. м³ стічних вод потрапляє у поверхневі водойми, в тому числі і в Азовське море. Пальму першості посідає ПрАТ «МК «Азовсталь» – 87%. Дане підприємство є найбільшим забруднювачем Азовського моря в межах Донецької області [4, 20].

Забруднюють акваторію Азовського моря і численні шлакові відвали (відходи металургійного технологічного процесу), які з кожним днем поступово накопичуються та мають згубний вплив як на стан місцевої флори і фауни, так і на здоров'я людей. Даний шлаковий пил змивається талими водами, атмосферними опадами і потрапляє у значних кількостях у води Азовського моря. Розчинені компоненти шлаку у взаємодії із водою перетворюються на небезпечні сполуки. Навколишнє середовище поблизу від шлакових відвалів є забрудненим і спричиняє екологічну катастрофу Азовського моря.

В море щорічно скидають до 20 км³ стічних вод, що містять сполуки важких металів, до 90 тис. тон органічних речовин, в тому числі пестицидів, 5 тис. тон нафтопродуктів, понад 14 тис. тон сполук азоту та 6 тис. тон фосфору. Як наслідок – ділянки із евтрофікаційними процесами. Вміст розчинного у морській воді кисню падає до мінімальних значень – до 1,5 мг/л [2].

Поступове наростання рівня солоності, хімічне, біологічне забруднення призвели до змін у біоценозах моря та зменшення його біорізноманіття. Наприклад, у 1937 р. при середній солоності морської води 9 проміле улов судака становив 73,8 тис. тон, а тепер його середньорічний улов не перевищує 1,2 тис. тон, улов осетрових в 1937 р. був – 7,3 тис. тон, а тепер є повна заборона на їх відлов. Площі ареалів основних промислових риб (галофобів) - тарані, чехоні і судака, для яких солоність понад 18 проміле є згубною, різко зменшились [2, 21].

Зберігається багаторічна тенденція до наростання негативних змін в біоценозах Азовського моря і подальшому розбалансуванню його біологічної і гідрологічної систем [21, 22].

Після повномасштабного вторгнення російських військ на територію

України у лютому 2022 року привело до значних екологічних проблем для південно-східного регіону нашої держави і не тільки [23]. Проте ще з початку збройного конфлікту бойові дії систематично порушували роботу систем енергоживлення, водопостачання, водовідведення та утилізації відходів у Донецькій та Луганській областях [24]. Збиток навколишньому середовищу під час збройного конфлікту, як правило, спричиняється чотирма способами веденням бойових дій, тобто використанням засобів зброї та тактики, видобутком та експлуатацією природних ресурсів, військовим екологічний слідом при маневруванні навколо бойового простору та вакуумом управління.

Руйнування інфраструктури, пов'язаної з водопостачанням та водовідведенням, хімічне забруднення, відключення електроенергії об'єктів, що скидають стічні води, на сьогодні становлять загрозу не тільки для водних ресурсів, але для екосистем в цілому [25]. Випадки пошкодження комунальних каналізаційних та водопровідних мереж були зафіксовані в більшості населених пунктів вздовж лінії зіткнення, неодноразово порушувалась і призупинялась робота об'єктів системи водопостачання та водоочищення, створюючи умови для спонтанного аварійного забруднення [24].

Прямі ризики для здоров'я населення викликані впливом небезпечних речовин, що містяться в залишках боєприпасів, через які токсичні речовини просочуються в ґрунт і впливають на якість поверхневих і підземних вод.

Ризики виникають через важкі метали, пов'язані з боєприпасами, енергетичні сполуки, такі як тринітротолуол, гексоген, а також ракетне паливо. Зрозуміло, що зараз неможливо зафіксувати усі екологічні злочини в Україні, але вже з першого дня війни були задокументовані обстріли та бомбардування всієї інфраструктури Маріуполя, забруднення Азовського моря, (у тому числі через затоплення суден та малих патрульних, штурмових і десантних катерів з обох сторін) [23, 26].

Внаслідок бойових дій водні ресурси Азовського моря зазнали чимало впливів, що пояснюється забрудненням водних об'єктів важкими металами та різними хімічними елементами [27].

У прибережній зоні Азовського моря в деяких районах розташовані екологічно небезпечні об'єкти: Маріупольський морський торговельний порт та ПрАТ «МК «Азовсталь», на території якого велися важкі бої. Пошкодження цих об'єктів внаслідок обстрілів призвели до витоку у морське середовище небезпечних речовин. Обстріли очисних споруд та водорозподільних об'єктів спричинили серйозні руйнування і потрапляння у воду стічних вод, каналізаційних стоків та великої кількості органічних сполук. Це призводить до забруднення моря, а за сприятливих погодних умов можуть привести до цвітіння води [28, 29].

2.4. Моніторинг екологічного стану водних об'єктів м. Маріуполь

Моніторинг стану водних ресурсів – це пошук джерел забруднення води та усунення виникаючих загроз з метою забезпечення національної безпеки в кожній країні світу та досягнення виконання завдань та цілей сталого розвитку № 6 «Чиста вода та належні санітарні умови» та № 14 «Збереження морських екосистем».

Загалом незадовільний екологічний стан морів зумовлений значним перевищенням обсягу надходження забруднюючих речовин над асиміляційною спроможністю морських екосистем, що призвело до значного забруднення морських вод, бурхливого розвитку евтрофікаційних процесів, широкомасштабних явищ гіпоксії, появи сірководневих зон, замулення місць існування донних біоценозів, втрати біологічних видів, скорочення обсягу рибних ресурсів, зниження якості рекреаційних ресурсів, виникнення загрози здоров'ю населення [30].

У 2018 році у Донецькій області 118 підприємств (17% загальної кількості водокористувачів) здійснювали скид зворотних вод в поверхневі водні об'єкти. Протягом 2014-2018 років у поверхневі водні скинуто 4,4 млрд м³ зворотних вод, з яких 1,1 млрд м³ – забруднені зворотні води.

При цьому, спостерігається поступове зменшення частки забруднених вод у загальному водовідведення – з 32,4% у 2014 році до 18,0% у 2018 році. При

цьому, починаючи з 2017 року, у структурі скинутих забруднених зворотних вод практично відсутні води, скинуті без очищення (у 2018 році на них припало лише 0,01% загального водовідведення регіону) і майже на 100% вони представлені недостатньо очищеними водами. Як наслідок – скорочується питома вага Донецької області у загальному скиданні забруднених стічних вод по країні: з 32,1% у 2014 році до 19,5% у 2018 році.

За цим показником регіон посідає третє місце після м. Київ (283 млн м³, або 29,7% загальних скидів забруднених зворотних вод) та Дніпропетровської області (234 млн м³, або 24,6%).

Також у 2018 році на Донецьку область припадало 10,5% скидання в поверхневі водні об'єкти фосфатів, 7,9% скидання заліза та 7,9% скидання нафтопродуктів. Основними забруднювачами водних об'єктів м. Маріуполь стічними водами, як зазначалось вище, є металургійні підприємства ПрАТ «МК «Азовсталь» та ПрАТ «ММК ім. Ілліча» [31]. Склад стічних вод залежить від складу шихти, що надходить на спікання, системи мокрого очищення газів агломераційних машин і випалювальних печей вапняку, схем водопостачання. Стічні води містять хлориди, сульфіді, кальцій, магній, гідратний луг, залізо, оксиди кальцію, вуглець. Вміст зважених часток в стічних водах агломераційного виробництва коливається в межах 12-20 г/л. У них міститься до 7% феромагнітних шлаків, що представляють собою суміш руди і вапнякової пилу.

Наприклад, виплавляння феромарганцевого чавуну передбачає забруднення стічних вод ціанідами, роданідами, аміаком тощо. Охолодження доменної печі передбачає значні обсяги витрат прісної води (до 30 м³ при виплавці 1 т чавуну), а очищення 1000 м³ газу, гідравлічний збір пилу і просипів підбункерного приміщення, грануляція доменного шлаку утворюють до 4-6 м³ стічних вод, що містять частки руди, коксу, вапняку, агломерату, хімічні сполуки (сульфати, хлориди), уламки застиглого чавуну, окалини, графіту, недогашеного вапна, а також розчинені гази;

У сталеплавильному виробництві стічні води утворюються при очищенні газів мартенівських печей, конвертерів, електропечей, охолодженні і гідроочистки виливниць, установок безперервного розливання сталі і обмивання котлів-утилізаторів. Виробництво 1 т сталевих прокату потребує споживання в межах 180-200 м³ води. Зміст зважених часток в таких стоках досягає 7000 мг/л, до їхнього складу входять феноли, ціаніди, роданіди, марганець, залізо, хром, миш'як, ванадій та ін. [32].

Скид забруднених зворотних (стічних) вод у м. Маріуполь збільшився у 2021 році на 13,624 млн м³ (у порівнянні з 2020 роком) за рахунок зміни категорії скидів відокремлених підрозділів «КП «Компанія «Вода Донбасу» на забруднені, що обумовлено внесенням змін до Порядку ведення державного обліку водокористування в частині віднесення до категорій [33].

Крім забруднених стічних вод, у загальному водовідведенні (рис. 2.1.) Донецької області наявні води, нормативно чисті без очистки (у 2018 році – 687,9 млн м³, або 66% загального водовідведення регіону); води, нормативно очищені на очисних спорудах (100,5 млн м³, або 10%); води, що не віднесені до жодної категорії (61,4 млн м³, або 6%).

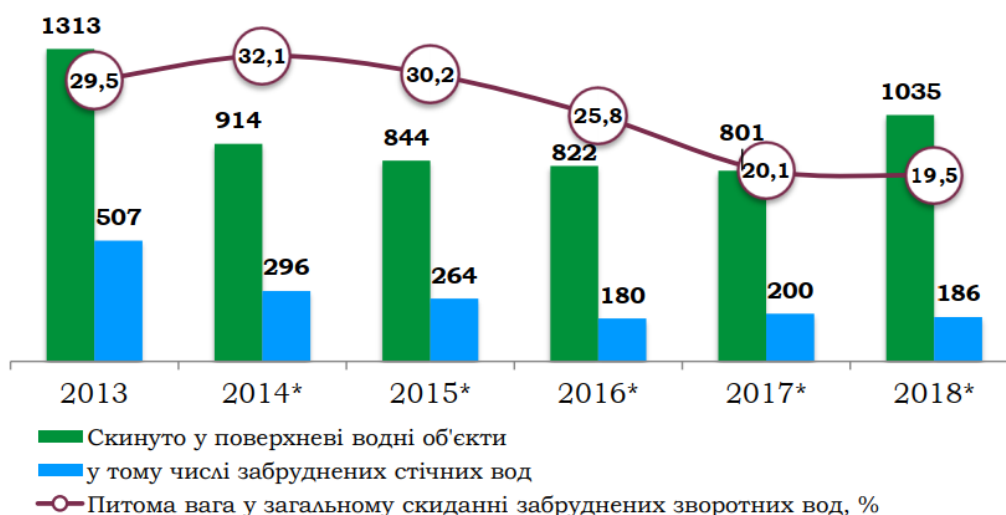


Рис. 2.1. Динаміка показників водовідведення у поверхневі водні об'єкти Донецької області, млн. м³

У басейні річок Приазов'я та Азовського моря найбільший об'єм скиду зворотних вод здійснюється до Азовського моря (468,6 млн м³, або 71% від

загального скиду по басейну) та водних об'єктів басейну р. Кальміус (180,0 млн. м³, або 27%), з яких безпосередньо до р. Кальміус скидається 129,0 млн м³ (72% від скиду до басейну р. Кальміус), середньорічні концентрації забруднюючих речовин у річкових водах м. Маріуполь за 2021 рік наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Середньорічні концентрації забруднюючих речовин у контрольних створах водних об'єктів регіону за 2021 рік (мг/л) [33].

Місце спостереження за якістю води	Показники складу та властивостей															
	завислі речовини	БСК ₅	мінералізація	сульфати	хлориди	амоній сольовий	нітраги	нафтопродукти	ХСК	розчинений кисень	фосфати	цинк	марганець	залізо	нітриги	мідь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
р. Кальміус, 14 км вище м. Маріуполь, 0,5 км вище смт Приморське 1 км вище гідропоста (гідрометр пункт 13506)	-	-	-	790 - 1060	270 - 360	0,234 - 2,145	-	-	-	-	-	0,016	0,111	-	0,006 - 0,182	0,006
р. Кальміус, гирло, м. Маріуполь	-	-	-	1100 - 1420	840 - 2820	0,117 - 4,134	-	-	-	-	-	0,038	0,173	-	0,08 - 0,348	0,0078
р. Кальчик, 23 км, Старокримське вдсх., поверхневий водозабір Маріупольського РВУ КП «Вода Донбасу»	15,8	3,4	2864,6	1186,4	221,2	0,37	0,6	0,05	20,9	8,8	0,104	0,016	0,033	0,11	0,0093	0,0048
р. Кальчик, гирло, м. Маріуполь	-	-	-	1110 - 1650	300 - 540	0,23 - 0,524	-	-	-	-	-	0,021	0,19	-	0,068 - 0,398	0,0091

Найбільший об'єм скиду зворотних вод здійснюється ПрАТ «МК «Азовсталь» м. Маріуполь (555,9 млн м³, або 83% від скиду по басейну, з яких 139,8 млн м³, або 78% від скиду забруднених зворотних вод по басейну – забруднені зворотні води).

Акваторія Азовського моря має значне антропогенне навантаження внаслідок господарської діяльності промислових підприємств, розташованих на узбережжі. Як наслідок – у контрольному створі стан морської води не відповідає нормам для водойм рибогосподарського призначення за вмістом нафтопродуктів, заліза загального, нітритів, азоту амонійного [31].

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вимоги до відбору проб

Проби річкових та морських вод відбирались у відповідності з ДСТУ ISO 5667-6-2001 Якість води. Відбір проб. Частина 6. Настанови щодо відбору проб води з річок та інших водотоків.

Обладнання, за допомогою якого здійснено відбір проб відповідав ряду вимог:

- матеріал устаткування, що контактував із пробою, не змінював її склад або ж властивості;
- відбір, зберігання і транспортування проб до лабораторії здійснено у хімічно стійкому посуді із корком, який унеможлиблював втрати;
- посудини у які відбирали проби річкових та морських вод були промарковані, де було вказано дату відбору, назву об'єкта, місце відбору.

Найменший об'єм разової проби становить 2,5 л (в посуд для головного аналізу – не менше 1 л, в посуд для контрольного аналізу – 1,5 л) [34].

3.2. Опис місць відбору проб

Для виконання поставлених у завдань було відібрано ряд проб води з наступних об'єктів:

- 1) акваторія Маріупольського морського торговельного порту;
- 2) облаштована рекреаційна зона міського пляжу «Піщаний».
- 3) підніжжя шлакової гори металургійного комбінату “Азовсталь”.
- 4) гирло ріки Кальміус у місці впадіння в Азовське море.

Дослідна ділянка № 1. Маріупольський морський торговельний порт

Маріупольський морський торговельний порт – один із п'яти найбільших в Україні. Порт розташований у північно-західній частині Таганрозької затоки Азовського моря. Площа порту – 67,6 га. Довжина причальної лінії – 4,2 км. Порт оснащений криголамом і криголамними буксирами, має 18 основних та 4

допоміжні причали для перевантаження негабаритних вантажів, на яких забезпечує цілодобову безперервну обробку транспортних засобів. Основні види вантажів, які може приймати порт: метали, вугілля, будівельні матеріали, хімікати, контейнери, обладнання та машини та ін. Сюди щорічно надходять понад 500 суден з 150 країн світу (рис. 3.1.) [4].

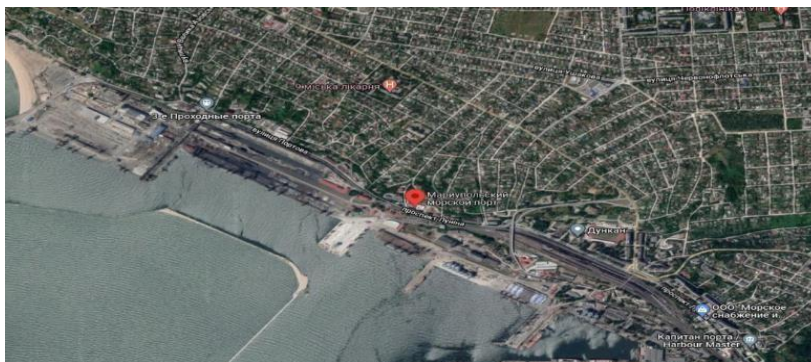


Рис. 3.1. Місце відбору проб морської води у міському порту

Дослідна ділянка № 2 Міський пляж «Піщаний»

Міський пляж «Піщаний» – це місце постійної водної рекреації з необхідною інфраструктурою (рис. 3.2.) [4].

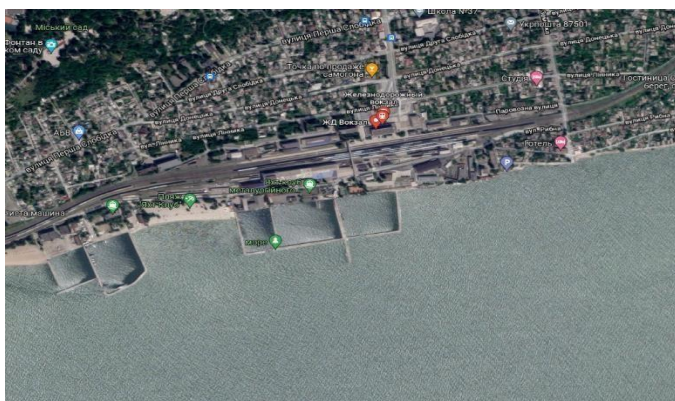


Рис. 3.2. Місце відбору проб морської води на території міського пляжу «Піщаний»

Дослідна ділянка № 3. Шлакова гора ПрАТ «МК Азовсталь»

Понад 30 років тому в Азовському морі в акваторії м. Маріуполь появилася гора шлаку. Вона створена штучно із залишків металургійного виробництва [35].

Висота її становить понад 30 метрів. До 2014 року ПрАТ «МК Азовсталь»

продавав шлак, що зберігало гору приблизно на одній висоті. П'ять років тому завод припинив продаж і гора стрімко зросла. Гора в наш час займає площу 200 га, 90 з них відсипано в акваторій моря. Гора вміщує понад 100 млн. тон металургійного шлаку. Через вплив шлаку дно моря лівобережного пляжу стає дуже мулистим. Крім того вона перегороджує течію в Азовському морі, на даному пляжі намівається пісок, а на міському – його не вистачає. Переважаючі вітрові потоки сприяють поширенню металургійного пилу.

Особливо важко доводиться мешканцям будинків, розташованих поряд із шлаковою горою. Разом із викидами заводів пил привносить у життя маріупольців захворювання органів дихання, крові, нервової системи та алергічні реакції (рис. 3.3.)

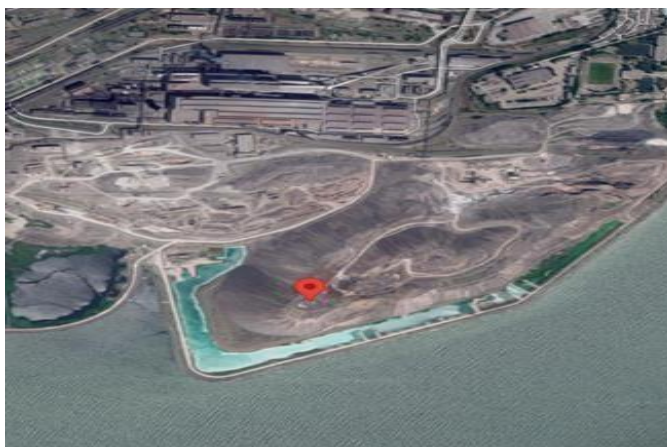


Рис. 3.3. Місце відбору проб морської води біля шлакової гори

Дослідна ділянка №4 Гирло річки Кальміус

Одна із найбільших річок області це Кальміус, яка бере початок на південному схилі Донецького кряжу впадає в Азовське море у місті Маріуполі. Довжина 209 км, площа водного басейну становить – 5 070 км². Заплава ріки є двосторонньою. Ширина її від 150 м до 2 км. Річище, крім верхів'я, звивисте, подекуди порожище, ширина його від 1-1,5 м до 70-80 м у пониззі [4].

Річка у межах міста Маріуполя зазнає значного антропогенного забруднення. Зі зворотними водами було скинуто у 2021 році 117,0 тис. т забруднюючих речовин. Проблемою також є місця концентрації стихійних

побутових відходів вздовж берегової лінії та численних промислових складів (рис. 3.4.)

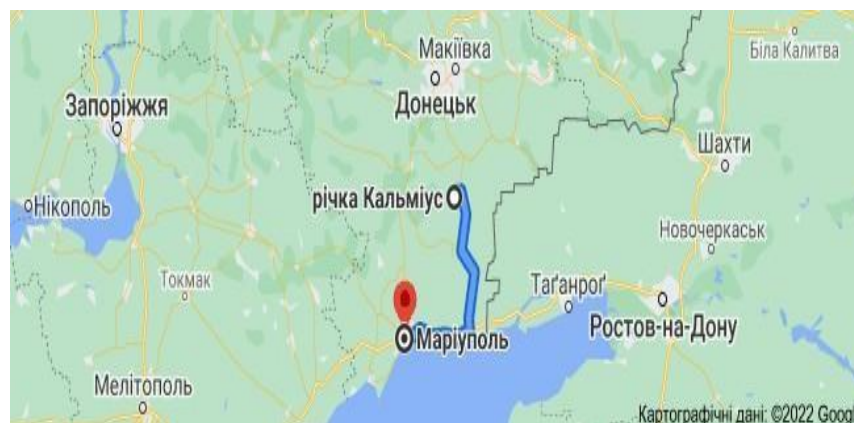


Рис. 3.4. Місце відбору проб – гирло ріки Кальміус

3.2. Методики визначення гідрохімічних показників якості води

Для досягнення мети роботи із урахуванням вимог нормативних документів та опрацьованих літературних джерел було розроблено програму досліджень, яка включала проведення фізико-хімічного аналізу вод з гирла ріки Кальміус та Азовського моря в межах міста Маріуполь Донецької області.

Аналіз показників якості річкової та морської води здійснено у Науково-дослідній лабораторії екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.

Органолептичні показники. До них належить запах та смак (для питних вод). Обидва показники визначаються органолептично по 2-бальній шкалі: відсутність запаху (смаку) – 0 балів, слабкий запах (смак) – 0,5 бала, середній – 1,0 бала, різко виражений, але переносимий – 1,5 бала і різкий, непереносимий – 2,0 бала.

Дані показники, а також опис загального вигляду проби (характерний колір, тип запаху, значна каламутність тощо) фіксуються, по можливості, на місці відбору проб та заносяться в акт відбору проби [36].

Визначення прозорості води методом «хреста». Прозорість води визначається методом «хреста», складається зі склядої трубки діаметром $D = 3\text{см}$, довжиною $l = 350\text{см}$, з ціною поділки в 1 см. Нижній кінець трубки

закритий гумовою пробкою, до якої долучено зажим зі спускним отвором. На дні пробки розміщений білий порцеляновий диск з чорними лініями завширшки 1 мм, які утворюють хрест та чотири чорними точками діаметром $D = 1\text{ мм}$ [37].

Трубку наповнюють досліджуваною водою до повного зникнення хреста. Потім по закінченню видалення бульбашок повітря з води, поступово спускають воду до появи в полі зору чітко видимих точок. Очі спостерігача розташовані при цьому на висоті близько 5 см над кінцем трубки. Товща шару води в см, яка відповідає моменту видимості точок хреста, характеризує прозорість води по «хресту» [38].

Визначення рН потенціометричним методом. Метод придатний для визначення вмісту іонів водню у широкому діапазоні рН (від 0 до 14) і температури (від 0 до 100°C). В дослідженні використовується скляний електрод. В якості внутрішнього допоміжного електрода порівняння використовують хлор-срібний електрод у стандартному розчині HCl або хлоридному буферному розчині [36].

Завислі речовини. Під цим терміном розуміють наявні у пробі води тверді нерозчинні частки, які відділяються фільтруванням. Визначають вміст цих часток гравіметрично у мг/дм^3 . Для цього пробу води об'ємом 1000 мл фільтрують через попередньо висушений при 105°C та зважений паперовий фільтр.

Для сильно забруднених вод використовують фільтр класу “біла стрічка” (середня щільність) або “червона стрічка” (мала щільність), для достатньо чистих вод – фільтр “синя стрічка” (висока щільність).

Після фільтрування та висушування при 105°C фільтр знову зважують. За різницями мас та об'ємом аліквоти розраховують вміст завислих речовин [36].

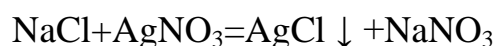
Сухий залишок. Для визначення вмісту сухого залишку використовують гравіметричний метод. Фарфорову чашку місткістю 150-250 мл висушують при 105°C та зважують. Поміщають у неї аліквоту проби води (100-150 мл) та повільно нагрівають на піщаній бані чи електроплитці до отримання вологого

залишку. Остаточне висушування чашки з залишком проводять у сушильній шафі при 105°C до постійної маси. За різницею мас чашки до внесення проби та після висушування залишку, враховуючи об'єм аліквоти, визначають вміст сухого залишку у мг/дм³ проби [39].

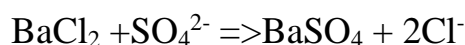
Визначення загальної твердості води. Загальну твердість води визначають методом комплексометричного титрування, який ґрунтується на утворенні міцної сполуки трилону Б з іонами кальцію і магнію. Титрування води проводять в присутності індикаторів – хромогенів (наприклад, еріохрому чорного Т) у слаболужному середовищі, яке створюють буферним розчином, що містить суміш NH₄OH і NH₄Cl. При цьому іони Ca²⁺ і Mg²⁺ зв'язуються трилоном Б у комплексну сполуку. Зміна забарвлення індикатора від червоного до синього із зеленим відтінком, свідчить про повне зв'язування у воді трилоном Б іонів кальцію і магнію [39].

Визначення карбонатної твердості. Карбонатною твердістю називають вміст у воді розчинних гідрокарбонатів. При відсутності вільних гідроксильних іонів OH⁻ (рН води менше 9,8) ця твердість рівна загальній лужності. В обох випадках визначають кількість мг-екв сильної кислоти (HCl), необхідну для зниження рН проби до 4,8 (перехід кольору метилового оранжевого із оранжевого у червоний) [39].

Визначення вмісту хлоридів. Метод ґрунтується на титруванні іонів хлору розчином азотнокислого срібла AgNO₃ з індикатором – хроматом калію K₂CrO₄. Іони срібла при титруванні зв'язують хлориди в малодисоційовану сполуку AgCl, а надлишок їх вступає у реакцію з індикатором, утворюючи комплекс червоного кольору [36].



Визначення вмісту сульфатів. Метод [36] ґрунтується на визначенні сульфатів як BaSO₄, що утворюється при взаємодії сульфатних іонів з хлоридом барію:



Нітрит-іони. Метод базується на діазотуванні сульфанілової кислоти нітритами та взаємодії одержаної солі з α – нафтиламином з утворенням червоно-фіолетового забарвлення. Протікання реакції у значній мірі залежить від рН середовища. Світлопоглинання вимірюють зі світлофільтрами близькими до $\lambda_{max} = 520$ нм. Коефіцієнт молярного поглинання $E = 3,3 \cdot 10^4$ [40].

Нітрат-іони. Метод базується на взаємодії нітрат-іонів і саліцилат-іонів у сірчанокиислому середовищі, з утворенням суміші 3-нітросаліцилової та 5-нітросаліцилової кислоти. Солі цих кислот у лужному середовищі мають жовте забарвлення. Світлопоглинання вимірюють при $\lambda \approx 410$ нм; використовують кювети з товщиною шару 2 см [40].

Визначення фосфатів фотоколориметричним методом.

Фотоколориметричний метод визначення фосфатів у поверхневій воді. Масову концентрацію ортофосфатів визначають у вигляді фосфоромолібдату. Це модифікація методу Деніже, заснована на одержанні молібденової сині. Основою методу є реакція утворення у кислому середовищі комплексної сполуки – жовтої солі фосфоромолібденової кислоти $(\text{NH}_4)_3 \text{H}_4 [\text{P}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ з наступним відновленням її до сині. Як відновники використовують SnCl_2 , Fe^{2+} , Na_2S , H_2O_2 , гідрохінон, аскорбінову кислоту, суміш натрію сульфата і метабісульфата та інші. До 50 мл проби, профільтрованої через щільний фільтр «синя стрічка» або до меншого об'єму проби, але розведеного до 50 мл дистильованою водою, доливають 2 мл розчину амоній молібдату, а потім 0,5 мл розчину аскорбінової кислоти з масовою часткою 10%. Суміш перемішують. Одночасно проводять «холосте визначення» з 50 мл дистильованої води. Через 15 хвилин замірюють оптичну густину розчину ($\lambda_{max} = 645$ нм) і обчислюють масову концентрацію розчинних неорганічних ортофосфатів [38].

Визначення вмісту кальцію та магнію. Метод ґрунтується на здатності іонів кальцію утворювати з трилоном Б малодисоційовану стійку (рН 12-13) сполуку хелатного типу. Спочатку іони кальцію з речовиною-індикатором

мурексилем утворюють комплекс червоного кольору, далі їх титрують трилоном Б до появи синього забарвлення індикатора [39].

Амоній-іони. Метод ґрунтується на взаємодії іонів амонію з тетраїодомеркуроатом калію у лужному середовищі з утворенням коричневої нерозчинної у воді йодистої солі – основи Мілона $[\text{Hg}_2\text{N}]\text{I} \cdot \text{H}_2\text{O}$. При малому вмісті іонів амонію вона переходить у колоїдний стан, що дозволяє вимірювати світло поглинання розчину при $\lambda=425$ нм у кюветах з товщиною шару 1 або 5 см. Аналіз виконують за методикою у день відбору проб або консервують додаванням $1 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ хлороформу. Консервовану пробу можна зберігати дві доби [39].

Визначення вмісту заліза. Вміст заліза визначають фотоколориметрично з сульфосаліциловою кислотою на електрофотоколориметрі КФК-2.

Визначення засноване на реакції сульфосаліцилової кислоти з солями заліза в лужному середовищі з утворенням жовтого комплексу заліза.

Проба повинна бути звільнена від завислих речовин та органічних домішок. У першому випадку пробу фільтрують. У другому, якщо нема потреби фільтрувати пробу, то до неї додають $0,5 \text{ см}^3$ концентрованої азотної кислоти та упарюють розчин до $1/3$ об'єму [41].

Хімічне споживання кисню (ХСК). Метод вимірювань ХСК ґрунтується на окисленні органічних і неорганічних речовин, що містяться у воді, калієм двохромовокислим у кислому середовищі при кип'ятінні. Для підвищення повноти окислення органічних речовин до проби додають як каталізатор сірчанокисле срібло.

Пробу зберігають при $3-5^\circ\text{C}$, визначення проводять не пізніше, ніж через добу. Пробу після відбору консервують додаванням 1 см^3 концентрованої сірчаної кислоти на 1 дм^3 проби. Строк зберігання консервованої проби - 5 діб.

Об'єм проби води для визначення – не менш 500 см^3 , бо деякі органічні речовини при підкислення до рН 1-2 переходять у молекулярну форму, яка не розчиняється у воді, і коагулюють [40].

Керівний нормативний документ – КНД 211.1.4.010-94 “Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України” – розроблено на виконання Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища” з метою забезпечення дотримання природоохоронних вимог і установалення екологічних пріоритетів стосовно прісних вод суші та естуаріїв України. Використано також нормативний документ “Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями” [40].

Визначення вмісту міді. До 20 мл проби додають кілька крапель концентрованої соляної кислоти (HCl), 20 мл етилового спирту (C₂H₆O) та 1 мл 0,3% розчину тетраетилтіурамдисульфід (C₁₀H₂₀N₂S₄) в етиловому спирті. Після перемішування з'являється фарбування від жовтого до коричневого. Цим способом можна виявити 0,002 мг (Cu) в 1 л води [42].

Визначення вмісту свинцю. До 10 мл проби додають 1 мл 25% розчину тартрату калію та натрію, 0,5 мл 25% розчину їдкого натру та 0,5 мл 10% розчину ціаніду калію. Суміш перемішують. Додають 1 мл свіжоприготовленого 5% розчину натрію сульфід. У присутності свинцю з'являється жовте забарвлення, а при великих концентраціях - коричневе забарвлення або коричневий осад. Чутливість визначення 0,3 мг свинцю за 1 л води [42].

Вміст нафтопродуктів. Вміст нафтопродуктів визначають так: у колбу поміщають 1000 мл аналізованої води та у спеціальному приладі для визначення нафтопродуктів пускають у холодильник. Для точного результату необхідно, щоб температура води, що проходить через холодильник, не була вищою 5°C. Нагрівають колбу, поки вміст її не закипить, і продовжують нагрівати, поки обсяг сконденсованих нафтопродуктів не залишатиметься постійним протягом 15 хв. Потім колбу охолоджують до кімнатної температури, закривають пробкою і занурюють у водяну баню температурою 15°C. Коли вміст колби прийме температуру водяної бані, вимірюємо об'єм, що займає нафтопродукти з точністю до 0,02 мл [42].

Жири і масла. Визначення загальних жирів ґрунтується на вилученні ефірів жирів із проби води, випареної з додаванням фосфорної кислоти. Після відгону з екстрактаефіру екстраговані речовини (вуглеводні та жирні кислоти) зважують.

А визначення масел засноване на вмісті масел з гідроксидом алюмінію. З розчину, одержуваного після виділення і розчинення осаду, екстрагують масла петролейним ефіром, а після відгону останнього з екстракту і висушування екстраговані речовини, що лишилися, зважують [42].

РОЗДІЛ 4.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОД АЗОВСЬКОГО МОРЯ В АКВАТОРІЇ М. МАРІУПОЛЬ

4.1. Результати проведених експериментальних досліджень

Як зазначалось вище, проби води для експериментальних досліджень були відібрані з гирла р. Кальміус та Азовського моря в межах м. Маріуполь Донецької обл. Пунктами відбору проб було обрано морські води біля Маріупольського морського торговельного порту, міський пляж «Піщаний», та шлакова гора ПрАТ «МК «Азовсталь» та гирло ріки Кальміус, яка впадає в Азовське море .

Маркерною наявністю забруднення води є комплексна зміна ряду видимих оку органолептичних та фізичних властивостей, зокрема забарвлення, запах, смак, порушення прозорості та збільшення вмісту у порівнянні з ГДК ряду сухого залишку, загальної та карбонатної жорсткості, гідрокарбонати, нітратів, нітритів, хлоридів, сульфатів, токсичних важких металів, зменшення розчиненого у воді кисню повітря. У табл. 4.1. представлено зведені результати хімічних аналізів проб води з досліджуваних ділянок. Для наглядності вказано не всі параметри, які було визначено, а лише ті показники, по як встановлено значне перевищення ГДК. Повні результати аналізів проб (протоколи) представлені у Додатках 1-4.

Даний аналіз здійснено по прийнятому групуванні показників: фізико-хімічних, хімічних і специфічних. За граничні показники прийнято величини, визначенні нормативними документами. Розглянемо отриманні співвідношення.

ГДК для кожного показника, встановлювалися згідно Наказу «Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення» 02.05.2022 № 721 і Наказу «Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого

водовідведення» 01.12.2017 № 316.

Таблиця 4.1.

Зведена таблиця результатів хімічних аналізів проб води з
м. Маріуполь (зима 2022 р.)

№ з/п	Показник	Місця відбору проб				ГДК [43, 44]
		Маріупольський морський торговельний порт	міський пляж «Піщаний».	Підніжжя шлакової гори ПрАТ « МК Азовсталь” .	Гирло ріки Кальміус	
1.	Водневий показник (рН) од. рН	7,3	7,2	7,2	7,6	6,5
2.	Сухий залишок, мг/дм ³	16250	16592	14921	4809	1000
3.	Жорсткість загальна, мг/дм ³	44,3	44,8	40,3	19,1	7,0
4.	Жорсткість карбонатна, мг/дм ³	7,3	7,4	6,8	4,6	6,5
5.	Гідрокарбонати (HCO ₃ ⁻), мг/дм ³	445	451	415	281	300
6.	Хлориди (Cl ⁻), мг/дм ³	8128	8256	7564	1982	350
7.	Сульфати (SO ₄ ²⁻), мг/дм ³	1198	1265	986	756	500
8.	Нітрити (NO ₂ ⁻), мг/дм ³	44,2	48,6	32,6	14,6	3,3
9.	Нітрати (NO ₃ ⁻), мг/дм ³	72,4	62,1	42,8	56	45
10.	Фосфати (PO ₄ ³⁻), мг/дм ³	9,4	11,2	5,6	0,7	10
11.	Магній (Mg ²⁺), мг/дм ³	439	442,6	394	124	80
12.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺), мг/дм ³	74,2	63,2	52,3	11,9	2,0
13.	Сума натрій (Na ⁺) + калій (K ⁺), мг/дм ³	6588	6785	6139	1762	300
14.	Залізо загальне (Feзаг.), мг/дм ³	85,4	58,3	45,3	15,6	0,3
15.	Хім. спож. кисню (ХСК) мгО/дм ³	18,4	8,4	7,9	14,3	5

Загальна та карбонатна жорсткості у відібраних пробах води зображені на рис. 4.1. Згідно з отриманими даними перевищення вмісту відносно ГДК по загальній жорсткості коливається від 2,72 до 6,4 раз, а по жорсткості карбонатній від 1,04 до 1,14 раз. Найнижчими показниками характеризується вода у гирлі річки Кальміус, найвищими міський пляж «Піщаний».



Рис. 4.1. Загальна та карбонатна жорсткості у відібраних зразках води

Вміст гідрокарбонатів, сульфатів та суми натрію (Na^+) та калію (K^+) у пробах води зображені на рис. 4.2. Слід зазначити, що перевищення ГДК по вмісту гідрокарбонатів коливається від 1,38 до 1,5 раз, по вмісту сульфатів від 1,5 до 2,5 раз, а по сумі натрію (Na^+) та калію (K^+) від 5,87 до 22,61 раз. Найвища концентрація гідрокарбонату, сульфатів та суми натрій (Na^+) + калій (K^+) у водах міського пляжу «Піщаний». Суттєво високі показники у порту та поблизу шлакової гори.

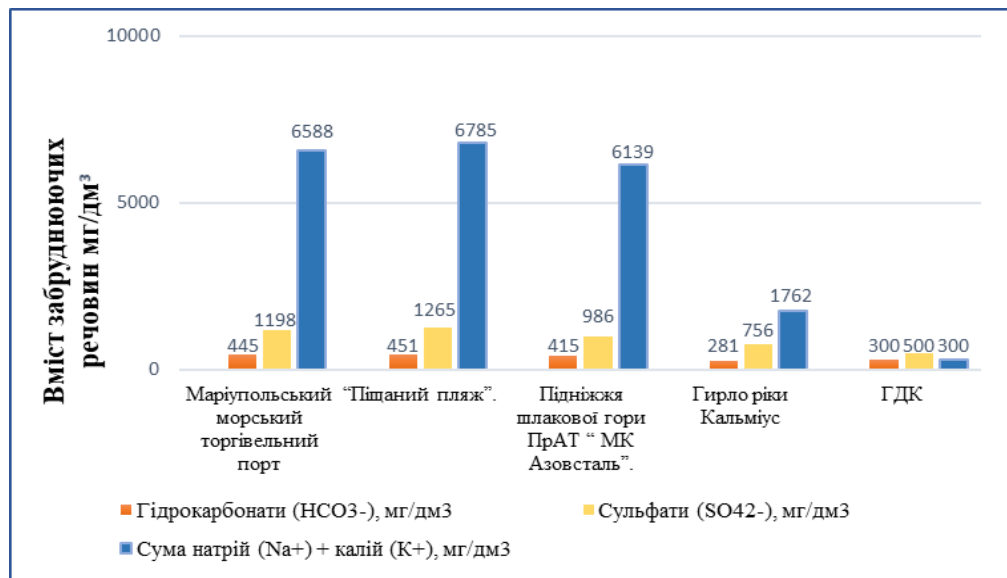


Рис. 4.2. Вміст гідрокарбонатів, сульфатів та суми натрій (Na^+) + калій (K^+) у пробах води

Вміст хлоридів і сухого залишку у досліджуваних зразках води зображені на рис.4.3. Спостерігається чітко виражена тенденція до знаного перевищення ГДК за сухим залишком від 4,8 до 16,59 раз та хлоридах від 5,66 до 23,59 раз. Найвищий показник сухого залишку та хлоридів було зафіксовано на міському пляжі «Піщаний». Дещо нижчі ці показники присутні у водах відібраних у порту та поблизу шлакової гори, найнижчі показники відповідно у гирлі річки Кальміус.

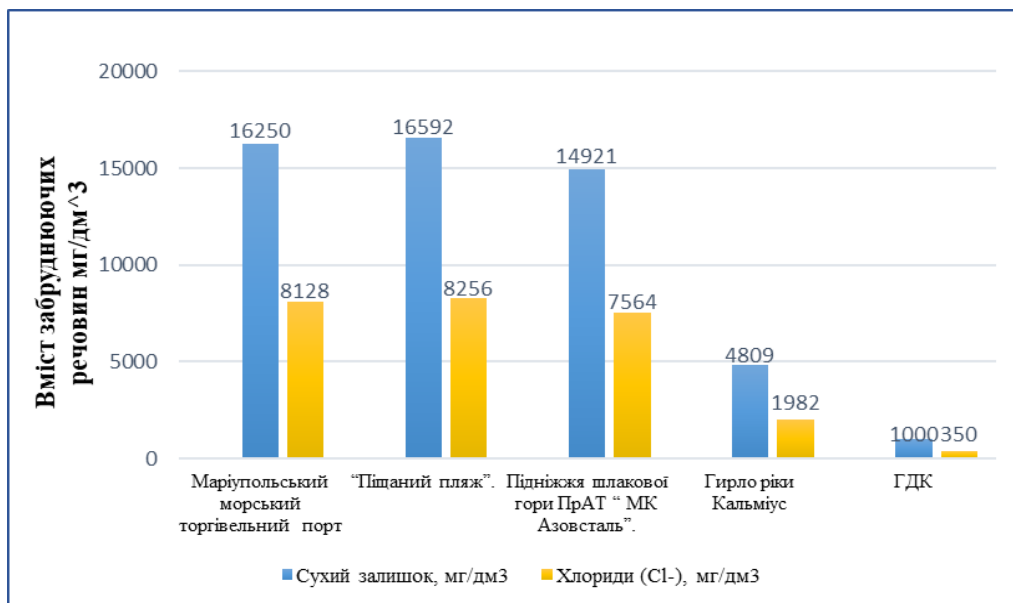


Рис. 4.3. Вміст хлоридів і сухого залишку у пробах води

Вміст нітритів, амонію сольового та заліза загального у пробах води зображений на рис. 4.4. З нього випливає, що концентрація нітритів перевищує ГДК від 4,42 до 14,7 раз, амонію сольового від 5,95 до 37,1 раз, заліза загального від 52 до 284,6 раз.

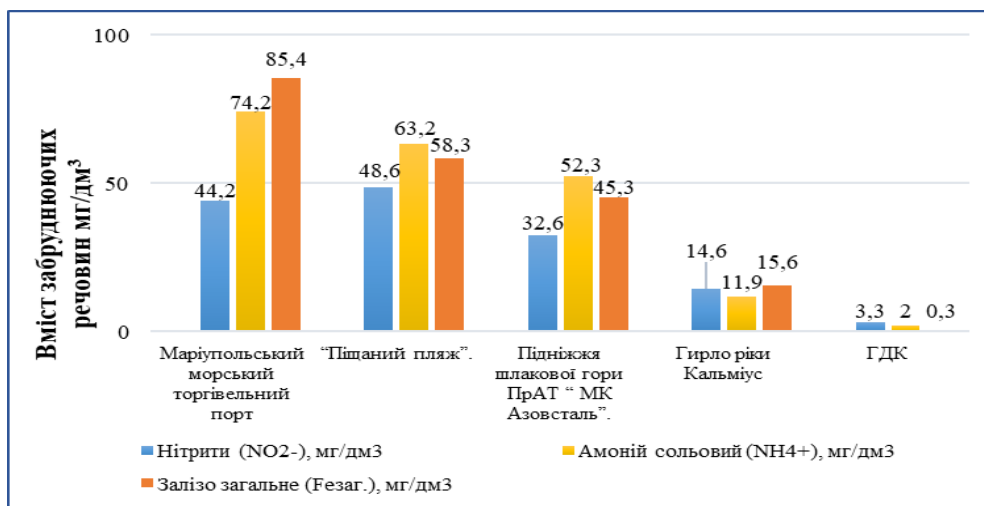


Рис. 4.4. Вміст нітритів, сольового амонію та заліза загального у пробах води

З рис. 4.5. видно, що водневий показник (рН) знаходиться в межах норми, проте ХСК досліджуваних зразків перевищує ГДК від 1,52 до 3,68 раз.

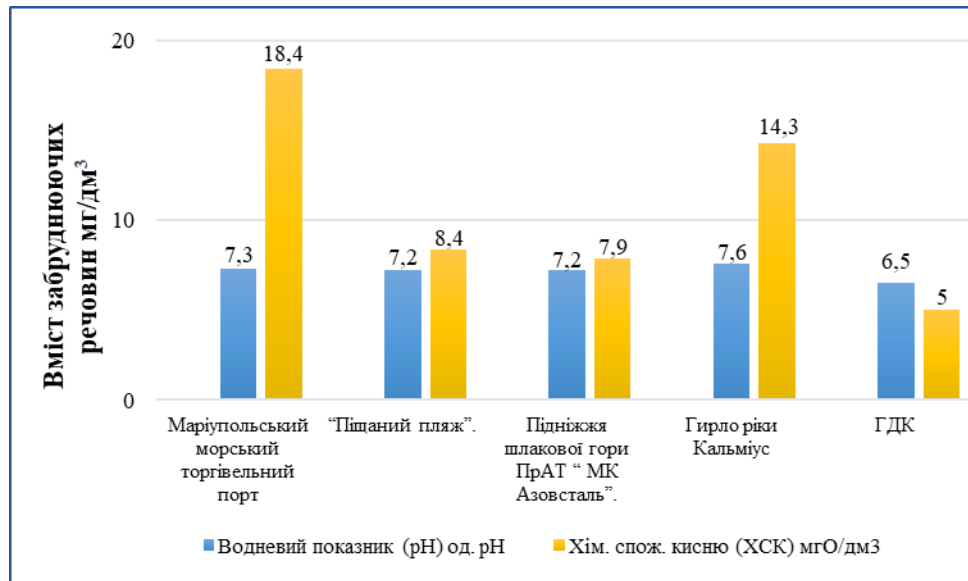


Рис. 4.5. рН та ХСК у досліджуваних пробах води

Вміст нітратів перевищує ГДК у досліджуваних пробах води від 1,24 до 1,61 раз, фосфатів у 1,12 раз, магнію – від 1,55 до 5,53 раз (рис.4.6).

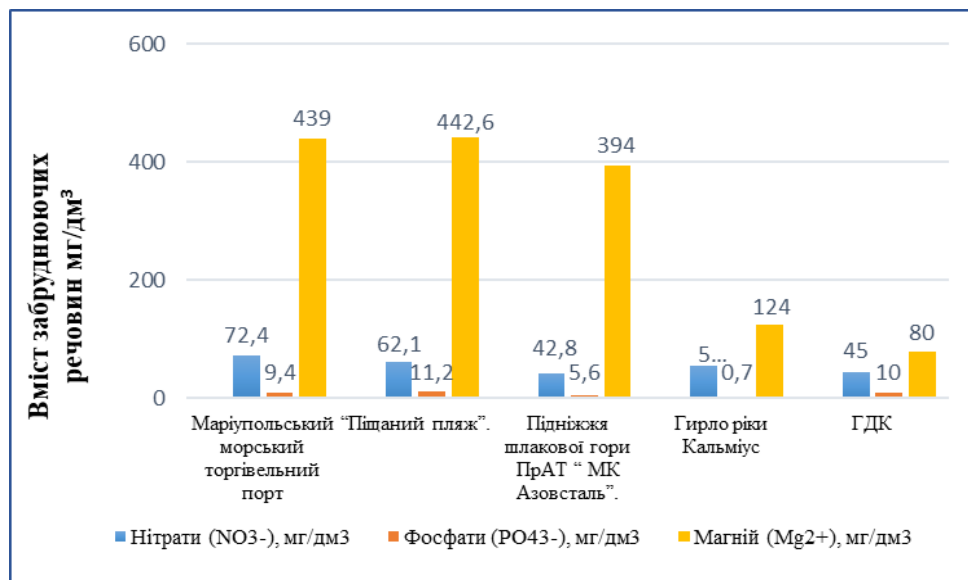


Рис. 4.6. Вміст нітратів, фосфатів та магнію у пробах досліджуваної води

З отриманих даних можна зробити висновок, що найнижчими показниками забруднення характеризується вода у гирлі річки Кальміус, найвищими міський пляж «Піщаний» та Маріупольський морський торговельний порт.

4.2. Розрахунок індексу забруднення води

Розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ) можна здійснюється за методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [45].

Розрахунок модифікованого ІЗВ проводили за обмеженим числом інгредієнтів: хлориди (Cl^-), сульфати (SO_4^{2-}), нітрити (NO_2^-), амоній загальний (NH_4^+), БСК та ХСК.

ІЗВ розраховується за формулою:

$$\text{ІЗВ} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ГДК}_i} \quad (4.1)$$

де C_i - середня концентрація одного із шести показників якості води;

ГДК - гранично допустима концентрація кожного з шести показників якості води.

Критерії оцінки якості морських вод за ІЗВ наведені в табл. 4.2., критерії оцінки якості поверхневих вод за ІЗВ наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.2.

Критерії оцінки якості вод за ІЗВ для морських вод

Клас якості води	Характеристика класу	Величина ІЗВ
I	Дуже чиста	$\leq 0,25$
II	Чиста	0,26 – 0,75
III	Помірно забруднена	0,76 – 1,25
IV	Забруднена	1,26 – 1,75
V	Брудна	1,76 – 3,00
VI	Дуже брудна	3,01 – 5,00
VII	Надзвичайно брудна	$> 5,00$

До I класу відносяться води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Величини їх гідрохімічних і гідробіологічних показників близькі до природних значень для даного регіону.

Для вод II класу характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги.

До III класу відносяться води, які знаходяться під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем. Води IV – VII класів – це води з порушеними екологічними параметрами, їхній екологічний стан оцінюється як екологічний регрес [46].

Таблиця 4.3.

Критерії оцінки якості вод за ІЗВ для поверхневих вод

Клас якості води	Характеристика класу	Величина ІЗВ
I	Дуже чиста	$\leq 0,30$
II	Чиста	0,31 – 1,00
III	Помірно забруднена	1,01 – 2,50
IV	Забруднена	2,51 – 4,00
V	Брудна	4,01 – 6,00
VI	Дуже брудна	6,01 – 10,0
VII	Надзвичайно брудна	$> 10,0$

Результати проведеного розрахунку ІЗВ представлені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

Оцінка якості води за ІЗВ

Місця відбору проби води	ІЗВ	Клас якості води
Маріупольський морський торговельний порт	13,34	VII клас - надзвичайно брудна
Міський пляж «Піщаний»	12,40	VII клас - надзвичайно брудна
Шлакова гора ПрАТ «МК Азовсталь»	9,66	VII клас - надзвичайно брудна
Гирло річки Кальміус	3,44	IV клас - забруднена

Отже, за моніторинговими даними акваторії морських і поверхневих вод м. Маріуполь, води річки Кальміус відносяться до четвертого класу – забруднена. До сьомого класу – надзвичайно брудна, відноситься морська вода з важким антропогенним навантаженням.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі здійснено оцінку екологічного стану в межах м. Маріуполь Донецької області. В результаті проведених досліджень встановлено суттєво високий рівень забруднення вод Азовського моря в акваторії м. Маріуполь, з чого можна зробити наступні висновки:

1) Основними підприємствами-забруднювачами об'єкту дослідження є ПрАТ «МК "Азовсталь"» та Маріупольський морський торговельний порт.

2) Згідно з отриманими даними лабораторних досліджень якості води впливає, що найнижчими показниками забруднення характеризується вода у гирлі річки Кальміус, найвищими – міський пляж «Піщаний» та Маріупольський морський торговельний порт. Також зафіксовані суттєві перевищення ГДК наступних показників (виявлений вміст – ГДК, мг/кг): залізо загальне (85,4 – 0,3), амоній сольовий (74,2 – 2,0), хлориди (8256 – 350), сума іонів натрію та калію (6 785 – 300), сухий залишок (16 592 – 1000), нітритів (48,6 – 3,3) та іонів магнію (442,6 – 80).

3) На основі отриманих даних було розраховано ІЗВ Азовського моря, згідно з яким якість води у точках відбору проб можна розмітити в наступній послідовності (від найкращого до найгіршого): гирло ріки Кальміус – 3,44, шлакова гора ПрАТ «МК Азовсталь» – 9,66, міський пляж «Піщаний» – 12,40, Маріупольський морський торговельний порт – 13,34.

4) Звідси впливає, що Маріупольський морський торговельний порт є одним з основних забруднювачів Азовського моря. Порт може забруднювати воду різними способами. По-перше, при докуванні та розвантаженні суден можуть виділятися шкідливі речовини, такі як нафта, нафтопродукти, хімічні речовини тощо. По-друге, порт може бути джерелом стічних вод, які можуть містити велику кількість шкідливих речовин, таких як важкі метали.

5) Заводи в свою чергу можуть забруднювати воду різними способами. Одним із основних джерел забруднення води є скидання стічних вод, які можуть містити значну кількість шкідливих речовин, таких як токсичні хімічні сполуки, важкі метали, нафтопродукти, бактерії тощо. Також слід зазначити,

що заводи можуть використовувати воду у своїх виробничих процесах і потім викидати її у навколишнє середовище з високим рівнем забруднення. Якщо забруднені стічні води потраплять у водні об'єкти, вони можуть спричинити серйозні проблеми здоров'я людей і тварин, і навіть пошкодити екосистему.

б) Слід також зазначити, що внаслідок бойових дій водні ресурси України, а зокрема і м. Маріуполь зазнали чимало впливів, що супроводжується забрудненням водних об'єктів важкими металами та різними хімічними елементами, підривом дамб та насосних очисних споруд, захопленням водної інфраструктури. Випадки пошкодження комунальних каналізаційних та водопровідних мереж були зафіксовані в більшості населених пунктів вздовж лінії зіткнення, неодноразово порушувалась і призупинялась робота об'єктів системи водопостачання та водоочищення, створюючи умови для спонтанного аварійного забруднення.

Тому дуже важливо контролювати вміст забруднюючих речовин у стічних водах, що генеруються заводами та підприємства, а також вживати заходів для захисту навколишнього середовища. Екологічна небезпека, пов'язана із забрудненням води може стати для суспільства непередбачуваною та вкрай небезпечною, адже забезпечити належний контроль якості водних ресурсів, зокрема в зоні воєнних дій на сьогодні не можливо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України. К.: Знання, 2006. 511 с.
2. Мягченко О.П. Основи екології. Київ: Центр учбової літератури, 2019. 312 с.
3. Геродот. Історія в дев'яти книгах. К.: Наукова думка, 1993. 576 с.
4. Маріуполь – Вікіпедія // Вікіпедія URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%96%D1%83%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C> (дата звернення 29.12.2022)
5. Кривицька І. А. Діагностика та моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами в урбанізованих ландшафтах Приазов'я. Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна МОН України. – Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» НААН, Харків, 2020. С. 6.
6. Войтюк Ю. Ю. Кураєва І. В. Вміст та форми знаходження важких металів у донних відкладах в зоні дії промислових джерел забруднення. 2014. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vmist-ta-formi-znahodzhennya-vazhkih-metaliv-u-donnih-vidkladah-v-zoni-vplivu-promislovih-dzherel-zabrudnennya/viewer> (дата звернення: 29.12.2022).
7. Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. К.: Академія, 2006. 360 с.
8. Топ виробників металу // Блог. Мехбуд. URL: <https://blog.mehbud.com.ua/uk/other/top-vurobnukiv-metaly/#:~:text=%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B0%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%B0%D1%82%D1%83%20%E2%80%93%20%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82,%E2%80%93%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%85%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20>

D1%88%D1%82%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%2C%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%BD%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%83 (дата звернення: 20.03.2023).

9. На заводі імені Ілліча в Маріуполі завершили ремонт доменної печі та конвертера » *Металургпром.* // *Металургпром.* URL: <https://metallurgprom.org/uk/novini/ukrayina/4532-na-zavode-imeni-ilicha-v-mariupole-zavershili-remont-domennoj-pechi-i-konvertera.html> (дата звернення: 10.03.2022).

10. Анісімова О.М. Аналіз підприємства як метод забезпечення розробки ефективної стратегії управління. *Проблеми і перспективи розвитку підприємництва*: Харків, 2011. № 1 (1). 30 с.

11. *Метінвест.* Маріупольський МК ім. Ілліча // *МЕТІНВЕСТ.* Підприємство. Структура URL: <https://ilyichsteel.metinvestholding.com/ua/about/structure> (дата звернення: 02.12.2023).

12. *Метінвест.* *Металургійний комбінат «Азовсталь»* // *Метінвест.* Підприємство. Структура. URL: <https://azovstal.metinvestholding.com/ru/about/structure> (дата звернення: 10.03.2023).

13. Бессонова Г.П. Аналіз інноваційних розробок на ПАТ «МК «Азовсталь» URL: [file:///C:/Users/%D0%92%D1%8F%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BB%D0%B0%D0%B2%20%D0%90%D1%85%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2/Downloads/104956-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-222595-1-10-20170622%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/%D0%92%D1%8F%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BB%D0%B0%D0%B2%20%D0%90%D1%85%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2/Downloads/104956-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-222595-1-10-20170622%20(1).pdf) (дата звернення: 10.03.2023).

14. Маріуполю загрожує екологічна катастрофа через трупи та бомбардування – екоактивіст. Українська правда життя. URL: <https://life.pravda.com.ua/society/2022/05/19/248719> (дата звернення: 10.03.2023).

15. Війна і екологія Донбасу. Звіт вчених. URL: <https://informer.media/archives/110764> (дата звернення: 10.03.2023).

16. Студінський В.А. Економіко-екологічні наслідки воєнного конфлікту на окупованій території Донбасу та Криму. *Перспективи розвитку економіки України: теорія, методологія, практика*: Луцьк: Вежа-Друк, 2016. С.48-50.

17. Уткіна К.Б. Комплексний підхід до проблеми охорони прибережної смуги Азово-Чорноморського басейну України як запорука раціонального природокористування. Всеукраїнські наукові Таліївські читання, 2010. С. 30–39.

18. Матішов Г.Г. Середовище, біота та моделювання екологічних процесів в Азовському морі. Апатити: Видавництво КНЦ РАН, 2001. 415 с.

19. Закон України від 22.03.2001 № 2333-III. «Про затвердження Загальнодержавної програми охорони та відтворення довкілля Азовського та Чорного морів».

20. Профілі компаній горно-металургійного комплексу України. GМК Center // ГМК. URL: <https://gmk.center/manufacturer/mk-azovstal/> (дата звернення: 10.03.2023).

21. Постанова Верховної Ради України від 05.03.1998 188/98-ВР «Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки».

22. Аналітичний огляд про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області // 2021 рік. Департамент екології та природних ресурсів Донецької державної обласної адміністрації. URL: <http://ecology.donoda.gov.ua/stan-dovkillya/> (дата звернення: 13.03.2023).

23. Николаев А., Стефурак Д. Вплив та наслідки російського військового вторгнення до України на екологію. *Географічні аспекти просторової організації території, суспільства та збалансованого природокористування*:

матеріали III наук.-практ. конф. студ., аспір. і молод. вчен. Україна, (м. Ужгород, 7-9 груд. 2022 р.). Ужгород: ПП Данило С.І., 2022. С. 47-51. Пацева І.Г., Алпатова О.М., Демчук Л.І., Кірейцева Г.В., Левицький В.Г. Сучасний стан навколишнього природного середовища в умовах впливу війни. Екологічні науки. 2022. № 4(43). С. 19-22.

24. Оцінка екологічної шкоди та пріоритети відновлення довкілля на сході України. К.: ВАІТЕ, 2017. 88 с.

25. Воєнні дії на сході України - цивілізаційні виклики людству. Львів: ЕПЛ, 2015. 136 с.

26. Лагода Ю.О. Вплив повномасштабної війни на навколишнє середовище в Україні. *Харківський природничий форум: збірник тез.* (м. Харків, 19-20 трав. 2022 р.). Харків: ХНПУ імені Г. С. Сковороди, 2022. С. 216-217.

27. Строкаль В.П., Ковпак А.В. Воєнні конфлікти та вода: наслідки й ризики. Екологічні науки. 2022. № 5(44). С. 94-102.

28. Пацева І.Г., Алпатова О.М., Демчук Л.І., Кірейцева Г.В., Левицький В.Г. Сучасний стан навколишнього природного середовища в умовах впливу війни. Екологічні науки. 2022. № 4(43). С. 19-22.

29. Ахметова К. В., Кочмар І. М. Вплив військових дій на техногенно-екологічний стан міста Маріуполь донецької області. *Екологія. Довкілля. Енергозбереження: зб. матеріалів III Міжнар. наук.-практ. конф.* (м. Полтава, 1-2 груд. 2022 р.). Полтава : НУПП, 2022. С. 34-36.

30. Лоева І.Д., Орлова І.Г. Павленко М.Ю., Український В.В., Попов Ю.І., Деньга Ю.М. Сучасний екологічний стан Чорного та Азовського морів. // Причорноморський екологічний бюлетень №4 (30) 2008. С. 26-30.

31. Стратегія розвитку Донецької області на період до 2027 року. Можливість доведена справою. 17.02. 2020 №147/5-20. С. 142-144.

32. Біатової А. О. Екологічні ризики впливу металургійного комплексу на екосистеми : квал. роб. здобув. вищ. освіт. друг. рів. вищ. освіт. освітньо-професійної програми. Маріуполь, 2021. С. 37-38.

33. Екологічний паспорт Донецької області за 2021 рік. URL: https://rada.info/upload/users_files/04341956/0ede0a12447f1c23029c3df8d6a51144.pdf (дата звернення: 20.03.2023).

34. ДСТУ ISO 5667-6-2001 Якість води. Відбір проб. Частина 6. Настанови щодо відбору проб води з річок та інших водотоків. [Чинний від 2011-07-01]. Вид. офіц. Київ: Державний Стандарт України, 2009.

35. Шлаковая гора: уникальная "достопримечательность" или экологическая проблема Мариуполя, // 0629.com.ua - Сайт города Мариуполя 03.10.2019. URL: <https://www.0629.com.ua/news/2531990/slakovaa-gora-unikalnaa-dostoprimecatelnost-ili-ekologiceskaa-problema-mariupola-video> (дата звернення: 13.03.2023).

36. Метод фотометричного визначення нітратів саліциловою кислотою в поверхневих і біологічно очищених водах // КНД 211.1.4.027-95. К. Міністерство охорони навколишнього природного середовища, 1995. С. 10

37. Крамаренко Л.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Спецкурс з очистки природних вод» Харків: ХНАМГ. 2009. 13 с.

38. Біла Т.А, Ляшенко Є.В., Охріменко О.В. дослідження вмісту фосфатів у поверхневих водах. Водні біоресурси та аквакультура. 10.01.2020 рік. С. 114.

39. Уніфіковані методи дослідження якості води. Довідник. РЕВ Частина 1.- М.: Видавничий відділ Управління справами Секретаріату РЕВ, 1987. С. 1244.

40. Метод фотометричного виявлення нітрит-іонів реактивом Грісса в поверхневих і очищених стічних водах // КНД 211.1.4.023-95. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища, 1995. С. 11.

41. Метод для виконання вимірювань масових концентрацій гідрокарбонат-іонів у пробах природних, поверхневих вод суші методом потенціометричного титрування. // РД 52.24.24-86. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища, 1995. С. 12.

42. Лур'є Ю.Ю. Уніфіковані методи аналізу вод. Москва 1973 рік. С. 217-376.

43. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.05.2022 № 721 «Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення».

44. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.12.2017 № 316 «Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення».

45. Гриценко А.В. Васенко О.Г. Верніченко Г.А. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Х.: УкрНДІЕП. 2012. 37 с.

46. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ: Ніка-Центр, 2001. 264 с.

ДОДАТКИ

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-696-45-85

Свідоцтво про атестацію № РЛ 091/21 від 30.11.2020 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № _____ від _____
Зав. НДЛ _____

**Протокол № 81 від «20» 01 2022 р.
вимірювань показників якості води**

Дата відбору: «10» 01 2022 р.

Шифр проби ВП-129/22Об'єкт дослідження: Вода із Маріупольського морського торговельного портуЗамовник: курсант. ЕК-21 Ахметова К.В.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 81 від «10» 01 2022 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК
1.	Запах при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	0,5	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	29	20
4.	Водневий показник (рН)	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	од. рН	7,3	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	44,7	380
6.	Сухий залишок	ГОСТ 18164 (МВ 1.17-02010793)	мг/дм ³	16250	1000
7.	Жорсткість загальна	ДСТУ ISO 6059:2022	ммоль/дм ³	44,3	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	ДСТУ ISO 6059:2022	ммоль/дм ³	7,3	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	МВ 1105-02010793	мг/дм ³	445	до 300
10.	Хлориди (Сl ⁻)	ДСТУ ISO 9297	мг/дм ³	8128	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	ГОСТ 4389 (МВ 1.16-02010793)	мг/дм ³	1198	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	ДСТУ ISO 6777	мг/дм ³	44,2	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	ДСТУ 4078	мг/дм ³	72,4	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	ГОСТ 18309 (МВ 1.10-02010793)	мг/дм ³	9,4	не норм.
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	ДСТУ ISO 6058:2002	мг/дм ³	164,3	160,0
16.	Магній (Mg ²⁺)	ДСТУ ISO 6059:2002	мг/дм ³	439,0	до 80
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	ДСТУ ISO 6332	мг/дм ³	85,4	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	ГОСТ 4192 (МВ 1.18-02010793)	мг/дм ³	74,2	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺)+калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	6588	до 300
20.	Хімічне спожив. кисню	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мгО/дм ³	18,4	до 15
21.	Біологічне спожив. кисню	Лур'є Ю.Ю., 1984	мгО/дм ³	92,4	325
22.	Мідь (Cu)	Лур'є Ю.Ю., 1989	мг/дм ³	0,05	до 1,0
23.	Свинець (Pb)	Лур'є Ю.Ю., 1989	мг/дм ³	0,01	0,1
24.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	17256	не норм.
25.	Нафтопродукти	МВВ №081/12-0645	мг/дм ³	36,9	не норм.
26.	Жири і масла	ПНД Ф14.1.2.189-02	мг/дм ³	21,4	50

М.П.

Зав. лабораторії _____
(підпис)**Віталій ПЕТРОВСЬКИЙ**
(Власне ім'я ПРИЗВИЩЕ)Виконавець _____
(підпис)**Катерина АХМЕТОВА**
(Власне ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-696-45-85

Свідоцтво про атестацію № РЛ 091/21 від 30.11. 2020 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № _____ від _____
Зав. НДЛ _____

**Протокол № 82 від «20» 01 2022 р.
вимірювань показників якості води**

Дата відбору: «10» 01 2022 р.

Шифр проби ВП-129/22

Об'єкт дослідження: Вода із міського пляжу «Піщаний»

Замовник: курсант. ЕК-21 Ахметова К.В.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 82 від «10» 01 2022 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	ДСТУ EN 1420-1	бали	0	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	Не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	22	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	ДСТУ4077	од. рН	7,2	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	39,2	380.
6.	Сухий залишок	ГОСТ 18164 (МВ 1.17-02010793)	мг/дм ³	16592	до 1000
7.	Жорсткість загальна	ДСТУ ISO 6059:2022	ммоль/дм ³	14,8	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	ДСТУ ISO 6059:2022	ммоль/дм ³	7,4	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	МВ 1105-02010793	мг/дм ³	451	до 300
10.	Хлориди (Сl ⁻)	ДСТУ ISO 9297	мг/дм ³	8256	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	ГОСТ 4389 (МВ 1.16-02010793)	мг/дм ³	1265	до 500
12.	Нітрити (NO ₂ ⁻)	ДСТУ ISO 6777	мг/дм ³	48,6	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	ДСТУ 4078	мг/дм ³	62,1	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	ГОСТ 18309 (МВ 1.10-02010793)	мг/дм ³	11,2	до 10.
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	ДСТУ ISO 6058:2002	мг/дм ³	168,3	не норм
16.	Магній (Mg ²⁺)	ДСТУ ISO 6059:2002	мг/дм ³	442,6	до 80
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	ДСТУ ISO 6332	мг/дм ³	58,3	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	ГОСТ 4192 (МВ 1.18-02010793)	мг/дм ³	63,2	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺)+калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	6785	до 300
20.	Хімічне спожив. кисню	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мгО/дм ³	8,4	до 5
21.	Біологічне спожив. кисню	Лур'є Ю.Ю., 1984	мгО/дм ³	93,1	325
22.	Мідь (Cu)	Лур'є Ю.Ю., 1989	мг/дм ³	0,04	до 1,0
23.	Свинець (Pb)	Лур'є Ю.Ю., 1989	мг/дм ³	0,02	0,1
24.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	17618	не норм.
25.	Нафтопродукти	МВВ №081/12-0645	мг/дм ³	14,6	не норм.
26.	Жири і масла	ПНД Ф14.1.2.189-02	мг/дм ³	19,7	50

М.П.

Зав. лабораторії _____
(підпис)Віталій ПЕТРОВСЬКИЙ
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)Виконавець _____
(підпис)Катерина АХМЕТОВА
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-696-45-85

Свідоцтво про атестацію № РЛ 091/21 від 30.11.2020 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № _____ від _____
Зав. НДЛ _____

**Протокол № 83 від «20» 01 2022 р.
вимірювань показників якості води**

Дата відбору: «10» 01 2022 р.

Шифр проби ВП-129/22Об'єкт дослідження: Вода із підніжжя Шлакової гориЗамовник Замовник: курсант. ЕК-21 Ахметова К.В.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 83 від «10» 01 2022 р.

Використані ЗВТ: електрофотокolorиметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	ДСТУ EN 1420-1	бали	1	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	Не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	28	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	ДСТУ 4077	од. рН	7,2	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	72,4	380.
6.	Сухий залишок	ГОСТ 18164 (МВ 1.17-02010793)	мг/дм ³	14921	до 1000
7.	Жорсткість загальна	ДСТУ ISO 6059:2022	ммоль/дм ³	40,3	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	ДСТУ ISO 6059:2022	ммоль/дм ³	6,8	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	МВ 1Ю5-02010793	мг/дм ³	415	до 300
10.	Хлориди (Сl ⁻)	ДСТУ ISO 9297	мг/дм ³	7564	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	ГОСТ 4389 (МВ 1.16-02010793)	мг/дм ³	986	до 500
12.	Нітриди (NO ₂ ⁻)	ДСТУ ISO 6777	мг/дм ³	32,6	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	ДСТУ 4078	мг/дм ³	42,8	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	ГОСТ 18309 (МВ 1.10-02010793)	мг/дм ³	5,6	10
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	ДСТУ ISO 6058:2002	мг/дм ³	158,3	Не норм.
16.	Магній (Mg ²⁺)	ДСТУ ISO 6059:2002	мг/дм ³	394,0	до 80
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	ДСТУ ISO 6332	мг/дм ³	45,3	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	ГОСТ 4192 (МВ 1.18-02010793)	мг/дм ³	52,3	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺)+калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	6193	до 300
20.	Хімічне спожив. кисню	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мгО/дм ³	7,9	до 15
21.	Біологічне спожив. кисню	Лур'є Ю.Ю., 1984	мгО/дм ³	93,7	325
22.	Мідь (Cu)	Лур'є Ю.Ю., 1989	мг/дм ³	0,07	до 1,0
23.	Свинець (Pb)	Лур'є Ю.Ю., 1989	мг/дм ³	0,05	0,1
24.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	15848	не норм.
25.	Нафтопродукти	МВВ №081/12-0645	мг/дм ³	14,2	не норм.
26.	Жири і масла	ПНД Ф14.1.2.189-02	мг/дм ³	20,5	50

М.П.

Зав. лабораторії _____
(підпис)Віталій ПЕТРОВСЬКИЙ
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)Виконавець _____
(підпис)Катерина АХМЕТОВА
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Науково-дослідна лабораторія екологічної безпеки

79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35; тел. 067-696-45-85

Свідоцтво про атестацію № РЛ 091/21 від 30.11. 2020 р.

НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД
вих. № _____ від _____
Зав. НДЛ _____

**Протокол № 84 від «20» 01 2022 р.
вимірювань показників якості води**

Дата відбору: «10» 01 2022 р.

Шифр проби ВП-129/22Об'єкт дослідження: Вода із гирла ріки КальміусЗамовник: : курсант. ЕК-21 Ахметова К.В.
(назва та місцезнаходження)

Акт відбору № 84 від «10» 01 2022 р.

Використані ЗВТ: електрофотоколориметр КФК-2, ваги аналітичні, мірний посуд
(тип, модель)

№ з/п	Назва показника	Шифр методики	Розмірність	Результат	ГДК*
1.	Запах при 20 °С	ДСТУ EN 1420-1	бали	0,5	до 2
2.	Присмак при 20 °С	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	бали	Не визн.	до 2
3.	Прозорість	СЭВ, 1987. Ч.2. Т.1.	см	27	більше 20
4.	Водневий показник (рН)	ДСТУ4077	од. рН	7,6	6,5-8,5
5.	Завислі речовини	КНД 211.1.4.039-95	мг/дм ³	15,9	380.
6.	Сухий залишок	ГОСТ 18164 (МВ 1.17-02010793)	мг/дм ³	4809	до 1000
7.	Жорсткість загальна	ДСТУ ISO 6059:2022	ммоль/дм ³	19,1	до 7,0
8.	Жорсткість карбонатна	ДСТУ ISO 6059:2022	ммоль/дм ³	4,6	до 6,5
9.	Гідрокарбонати (НСО ₃ ⁻)	МВ 1105-02010793	мг/дм ³	281	до 300
10.	Хлориди (Сl ⁻)	ДСТУ ISO 9297	мг/дм ³	1982	до 250
11.	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	ГОСТ 4389 (МВ 1.16-02010793)	мг/дм ³	756	до 500
12.	Нітриди (NO ₂ ⁻)	ДСТУ ISO 6777	мг/дм ³	14,6	до 3,3
13.	Нітрати (NO ₃ ⁻)	ДСТУ 4078	мг/дм ³	56,0	до 45
14.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	ГОСТ 18309 (МВ 1.10-02010793)	мг/дм ³	0,7	10.
15.	Кальцій (Ca ²⁺)	ДСТУ ISO 6058:2002	мг/дм ³	178,4	160,0
16.	Магній (Mg ²⁺)	ДСТУ ISO 6059:2002	мг/дм ³	124,0	до 80
17.	Залізо загальне (Fe _{заг})	ДСТУ ISO 6332	мг/дм ³	15,6	до 0,3
18.	Амоній сольовий (NH ₄ ⁺)	ГОСТ 4192 (МВ 1.18-02010793)	мг/дм ³	11,9	до 2,0
19.	Сума натрій (Na ⁺)+калій (K ⁺)	розрахунок	мг/дм ³	1762	до 300
20.	Хімічне спожив. кисню	Ю.Ю. Лур'є, 1989.	мгО/дм ³	14,3	до 15
21.	Біологічне спожив. кисню	Лур'є Ю.Ю., 1984	мгО/дм ³	94,0	325
22.	Мідь (Cu)	Лур'є Ю.Ю., 1989	мг/дм ³	0,02	до 1,0
23.	Свинець (Pb)	Лур'є Ю.Ю., 1989	мг/дм ³	0,01	0,1
24.	Загальна мінералізація	розрахунок	мг/дм ³	5181	не норм.
25.	Нафтопродукти	МВВ №081/12-0645	мг/дм ³	11,3	не норм.
26.	Жири і масла	ПНД Ф14.1.2.189-02	мг/дм ³	16,4	50

М.П.

Зав. лабораторії _____
(підпис)**Віталій ПЕТРОВСЬКИЙ**
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)Виконавець _____
(підпис)**Катерина АХМЕТОВА**
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)