

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

ННІ холоду, кріотехнології та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського

Кафедра екології, води та природоохоронних технологій.

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Освітня програма «Технології захисту навколишнього середовища»



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему «Оцінка впливу на гідросферу підприємства з виробництва фасованих мінеральних вод з проектуванням природоохоронних заходів»

Здобувачки Стоянової С.І.

Керівник проф. Коваленко О.О.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2026 р., протокол № _____

Завідувач кафедри ЕВтаПТ _____ Олексій ГАРКОВИЧ

Одеса - 2026 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ННІ холоду, кріотехнології та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського
Кафедра екології, води та природоохоронних технологій
Ступінь вищої освіти «Бакалавр»
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
Освітня програма «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ЕВтаПТ _____
О.Л. Гаркович
“ _____ ” _____ 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Стояновій Софії Іванівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Оцінка впливу на гідросферу підприємства з виробництва фасованих мінеральних вод з проектуванням природоохоронних заходів».
Затверджена наказом ОНТУ від “15” жовтня 2025 року, наказ № 553-03
2. Строк подання студентом проекту (роботи): 29.05.26.
3. Вихідні дані до роботи: матеріали переддипломної практики на ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»».
4. Перелік питань, які потрібно розробити: оцінити вплив діяльності заводу з виробництва мінеральної води на довкілля; запропонувати комплексні заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища; заходи з покращення стану з охорони праці та цивільного захисту; економічне обґрунтування природоохоронних заходів.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): генеральний план підприємства, схема розташування підприємства в межах Куяльницького природного парку, таблиці та схеми, що відображають хід виконання кваліфікаційної роботи.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 Оцінка впливу на довкілля	Коваленко О.О., д.т.н., проф.	16.10.2025	26.02.2025
2 Обґрунтування та розробка природоохоронних заходів	Коваленко О.О., д.т.н., проф.	27.02.2026	29.03.2026
3 Охорона праці	Коваленко О.О., д.т.н., проф.	30.03.2026	14.03.2026
4 Цивільний захист	Коваленко О.О., д.т.н., проф.	15.03.2026	20.04.2026
5 Економічне обґрунтування природоохоронних заходів	Лобоцька Л.Л., к.т.н., доц.	21.04.2026	15.05.2026

7. Дата видачі завдання 16.10.2025 р.

Керівник _____ Олена КОВАЛЕНКО

Завдання прийняла до виконання _____ Софія СТОЯНОВА

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання оцінки впливу підприємства на довкілля та оформлення розділу 1	26.02.26	
2	Розробка заходів захисту гідросфери та оформлення розділу 2	29.03.26	
3	Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту. Оформлення розділів 3 та 4	20.04.26	
4	Оцінювання економічної ефективності запропонованих природоохоронних заходів. Оформлення розділу 5.	15.05.26	
5	Оформлення титульної сторінки роботи, написання вступу, висновків, анотації роботи, складання і оформлення списку літератури. Надсилання роботи на перевірку керівнику.	20.05.26	
6	Перевірка роботи керівником і консультантом	25.05.2026	
7	Доопрацювання роботи. Надсилання на перевірку на плагіат. За потреби доопрацювання роботи.	29.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ Софія СТОЯНОВА
Керівник роботи _____ Олена КОВАЛЕНКО

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач вищої освіти _____ Софія СТОЯНОВА

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи містить: сторінок – 65, рисунків – 5, таблиць – 13, формул – 3, джерел посилань - 77.

Тема: Оцінка впливу на гідросферу підприємства з виробництва фасованих мінеральних вод з проектуванням природоохоронних заходів.

Об'єктом дослідження є ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» та навколишнє гідросферне середовище в зоні його розташування.

Предметом розгляду є вплив промислової діяльності підприємства з виробництва мінеральних вод на гідросферу та механізми його зниження шляхом проектування природоохоронних заходів.

Метою роботи є оцінка впливу підприємства з виробництва фасованих мінеральних вод на гідросферу та розробка природоохоронних заходів щодо захисту водних об'єктів від забруднюючих речовин.

Робота складається з п'яти розділів.

У першому розділі охарактеризовано підприємство та навколишнє природне середовище, визначено джерела технологічних стоків та їх вплив на гідросферу, проаналізовано вплив водовідбору на підземні водоносні горизонти та відходи виробництва.

У другому розділі розроблено технологічну схему очищення зібраних технологічних стоків, запропоновано технологічне обладнання для технологічної лінії, розраховано витрати реагентів, розраховані зони санітарної охорони свердловин. Запропоновані заходи щодо охорони підземних вод і раціонального водокористування, а також заходи з організації екологічного моніторингу гідросфери.

У третьому розділі наведено аналіз виробничих ризиків на підприємстві та заходи з їх мінімізації з урахуванням специфіки виробництва фасованих мінеральних вод у ПЕТ-тарі.

У четвертому розділі наведено заходи цивільного захисту підприємства з урахуванням специфічних ризиків (зберігання балонів CO₂ та O₂, реагентне господарство очисних споруд, умови збройного конфлікту тощо).

У п'ятому розділі здійснено економічне обґрунтування впровадження локальної системи очищення технологічних стоків: капітальні витрати – 2,8 млн грн, простий термін окупності – 5,5 року, чистий річний ефект – 507 тис. грн.

Ключові слова: виробництво фасованих мінеральних вод, оцінка впливу діяльності підприємства на гідросферу, природоохоронні заходи, технологія очищення стічних вод, зони санітарної охорони, екологічний моніторинг.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
Розділ 1 Оцінка впливу на довкілля.....	8
1.1 Загальна характеристика ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»».....	8
1.2 Характеристика технологічних процесів підприємства.....	10
1.3 Характеристика навколишнього природного середовища в зоні розташування підприємства.....	13
1.3.1 Клімат, геологічна будова та ґрунтовий покрив.....	13
1.3.2 Поверхневі та підземні води. Куяльницький лиман.....	14
1.3.3 Рослинний і тваринний світ. Національний природний парк «Куяльницький».....	16
1.4 Екологічні аспекти діяльності підприємства.....	17
1.4.1 Характеристика стічних вод та оцінка їх впливу на гідросферу.....	17
1.4.2 Вплив водовідбору на стан підземних водоносних горизонтів.....	20
1.4.3 Відходи виробництва як джерело впливу на гідросферу.....	22
Розділ 2 Обґрунтування та розробка природоохоронних заходів.....	26
2.1 Аналіз джерел утворення технологічних стоків на підприємстві.....	26
2.2 Обґрунтування та проектування технологічної схеми очищення технологічних стічних вод.....	27
2.3 Заходи щодо охорони підземних вод і раціонального водокористування.....	31
2.4 Організація екологічного моніторингу гідросфери.....	34
2.5 Оцінка очікуваного екологічного ефекту від запропонованих заходів.....	36
Розділ 3 Охорона праці.....	39
Розділ 4 Цивільний захист.....	44
Розділ 5 Економічна оцінка природоохоронних заходів.....	48

Посада.	П.І.Б.	Підпис	Дата	<i>КРБ.ЕВтаПТ.1.553-03.2.4</i>		
Студент	Стоянова С.І.			<i>Розрахунково-пояснювальна записка</i>		
Керівник.	Коваленко О.О.					
Зав. каф.	Гаркович О.М.					
				<i>ОНТУ</i>		

ВСТУП

Актуальність теми. Підприємства з виробництва мінеральних вод належать до галузей харчової промисловості, діяльність яких безпосередньо пов'язана з використанням ресурсів гідросфери. У процесі експлуатації родовищ здійснюється забір підземних вод, їх підготовка, фасування та реалізація готової продукції. Водночас виробнича діяльність супроводжується утворенням стічних вод, твердих відходів, використанням пакувальних матеріалів та навантаженням на водоносні горизонти. За відсутності належного екологічного контролю це може призводити до виснаження запасів підземних вод, погіршення їх якісного стану та порушення природного гідрогеологічного режиму території.

В умовах реалізації принципів сталого розвитку, інтеграції України до європейського екологічного простору та впровадження сучасних вимог водної політики особливої актуальності набуває оцінка впливу підприємств на компоненти довкілля, насамперед на водні ресурси. Рациональне використання родовищ мінеральних вод потребує науково обґрунтованих підходів до моніторингу стану підземних вод, контролю обсягів водовідбору та впровадження природоохоронних заходів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу виробництва.

В Україні розвідано понад 250 родовищ мінеральних підземних вод, а їх експлуатаційні запаси становлять близько 97 тис. м³ на добу, що свідчить про значний гідромінеральний потенціал держави. Водночас розвиток ринку фасованих мінеральних та питних вод супроводжується постійним зростанням обсягів видобування і використання підземних водних ресурсів. Станом на 2025 рік в Україні функціонує значна кількість підприємств з видобутку та розливу мінеральних вод, а перелік зареєстрованих природних мінеральних вод постійно поповнюється новими найменуваннями.

Актуальність теми дослідження зумовлена зростанням антропогенного навантаження на водні ресурси та необхідністю забезпечення їх раціонального використання в умовах сучасних екологічних викликів. Вода є одним із

найважливіших природних ресурсів, що визначає екологічну безпеку територій, стабільність функціонування природних екосистем та якість життя населення. Особливого значення набуває проблема охорони підземних вод, які є основним джерелом питного водопостачання та використовуються для виробництва мінеральних вод.

Мета роботи: оцінити вплив підприємства з виробництва фасованих мінеральних вод на гідросферу та розробити природоохоронні заходи щодо захисту водних об'єктів.

Завдання дослідження:

- охарактеризувати об'єкт дослідження та природне середовище на прилеглій території;
- оцінити склад та обсяги стічних вод підприємства, визначити їх вплив на поверхневі та підземні водні об'єкти;
- проаналізувати вплив водовідбору на стан підземних водоносних горизонтів;
- розробити та обґрунтувати комплекс природоохоронних заходів;
- запропонувати систему екологічного моніторингу гідросфери;
- здійснити економічне обґрунтування запропонованих заходів.

Об'єктом дослідження є ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» та навколишнє гідросферне середовище в зоні його розташування.

Предметом дослідження є вплив виробничої діяльності підприємства з виробництва фасованих мінеральних вод на гідросферу та механізми його зниження шляхом проектування природоохоронних заходів.

Методи дослідження: аналіз нормативно-правових актів, натурне обстеження, розрахункові методи визначення скидів забруднюючих речовин, методики технологічного розрахунку очисного обладнання та зон санітарної охорони, методи техніко-економічного обґрунтування природоохоронних заходів.

РОЗДІЛ 1

ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

1.1 Загальна характеристика ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»»

Товариство з додатковою відповідальністю «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»», яке належить до підприємств харчової промисловості України та спеціалізується на видобуванні, підготовці, розливі та реалізації фасованих природних мінеральних вод. Підприємство розташоване за адресою: 65013, Україна, Одеська область, м. Одеса, вул. Лиманна, 166 [1, 2].

Згідно з даними Єдиного державного реєстру юридичних осіб, підприємство має код ЄДРПОУ 00375326 і функціонує як юридична особа на загальній системі оподаткування. Керівником підприємства станом на 2026 рік є Зайцева Л.С. Основним видом економічної діяльності відповідно до КВЕД є 11.07 – виробництво безалкогольних напоїв, виробництво мінеральних вод та інших вод, розлитих у пляшки [3]. Чисельність персоналу складає близько 70 осіб, річний дохід перевищує 100 млн грн [4].

Історія мінеральної води «Куяльник» бере початок з 1833 року, коли на березі Куяльницького лиману було обладнано бювет, воду з якого почали застосовувати як питну, так і з лікувальною метою. Промисловий розлив мінеральної води розпочато у 1948 році, а у 1961 році поряд із курортом було побудовано окремий завод з розливу. Сьогодні ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» є сучасним підприємством з власною акредитованою лабораторією, оснащеною високоточним обладнанням, що відповідає міжнародним стандартам контролю якості мінеральних вод [1, 2].

Виробничий майданчик підприємства включає:

- ділянку з трьома експлуатаційними свердловинами (№ 19, 20, 21);
- накопичувальні резервуари;
- цех водопідготовки з системою фільтрування, зворотного осмосу та УФ-знезараження;

- цех розливу з лініями видуву ПЕТ-тари і автоматичного фасування;
- склад готової продукції;
- адміністративно-побутовий корпус;
- виробничо-аналітичну лабораторію.

На промисловій площадці за межами цеху, під дахом і з сітковою огорожею, розміщено балони з CO_2 та O_2 , оснащені автоматикою [4]. Генеральний план підприємства представлено на рис.1.1.



Рисунок 1.1 – Генеральний план підприємств ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»»

Зони санітарної охорони (ЗСО) водозабору організовано відповідно до вимог ДБН В.2.5-74:2013 [5]. та Правил охорони підземних вод (наказ Мінприроди України від 11.05.2023 № 325) [6]. Перший пояс зони санітарної охорони вододжерела облаштовано у радіусі 30 м навколо свердловин і огорожено парканом висотою 2 м. Межі другого і третього поясів визначено розрахунково (див.2.3) з урахуванням геологічної будови, потужності водоносного шару та активної пористості порід-колекторів.

Підприємство є користувачем надр у межах об'єкта Смарагдової мережі Європи [7], що накладає додаткові вимоги щодо збереження біорізноманіття та

режиму господарської діяльності в зоні його впливу. Це визначає високу екологічну відповідальність підприємства не лише за дотримання загальних природоохоронних нормативів, а й за активну участь у програмах відновлення екосистеми Куяльницького лиману.

1.2 Характеристика технологічних процесів підприємства

Основною сировиною підприємства є природна мінеральна вода Куяльницького родовища, що видобувається з верхньосарматського водоносного горизонту [1 - 4]. На території підприємства розташовано три експлуатаційні свердловини – № 19, № 20 та № 21 – глибиною від 75 до 90 м (за фільтраційними шляхами – до 300 м). Від впливу поверхневих вод джерело захищене 12-метровим шаром глини, що виключає ризик поверхневого забруднення та забезпечує стабільність хімічного складу води [4]. Експлуатаційні запаси води родовища оцінюються на рівні 7 088,1 м³/добу, з яких до категорії А віднесено 3 419,2 м³/добу [8].

Проходячи через породи вапняку, вода природним шляхом насичується мінералами і збагачує свій хімічний склад іонами натрію, калію, кальцію, магнію, хлоридами, сульфатами та гідрокарбонатами. Загальна мінералізація природної мінеральної води «Куяльник» становить (3,0 – 4,0) г/дм³ [1 - 4]. Згідно з ДСТУ 878-93 [9], це лікувально-столова хлоридна натрієва вода зі стабільним мінеральним складом, придатна як для щоденного споживання у помірних кількостях, так і для профілактично-лікувальних цілей.

Основний асортимент фасованої продукції підприємства представлено в табл. 1.1. А склад основних іонів природної мінеральної води «Куяльник» наведено в табл. 1.2.

Особливості технологічного процесу виробництва. На відміну від інших подібних підприємств галузі, ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» не використовує скляну тару та зворотну тару. Процеси відмивки скляних пляшок на підприємстві відсутні [4]. Вся фасована продукція розливається у ПЕТ-тару місткістю 1,5 л, 0,5 л і 6,0 л, яка видувається безпосередньо на підприємстві з

полімерних преформ при високій температурі [4]. Тара видувається в умовах, що забезпечують її стерильність, і не вимагає попереднього миття перед розливом.

Таблиця 1.1 – Асортимент продукції ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» [1 - 3]

Назва продукції	Тип води	Мінералізація, г/дм ³	Тара
«Куяльник»	Вода природна лікувально-столова хлоридна натрієва фасована штучно насичена CO ₂	3,0 – 4,0	ПЕТ 1,5 л; 0,5 л
«Куяльник І»	Вода лікувально-столова хлоридна натрієва фасована штучно насичена CO ₂	1,9 – 2,3	ПЕТ 1,5 л; 0,5 л
«Тонус Кисень»	Вода мінеральна столова фасована насичена O ₂	0,1 – 1,0	ПЕТ 1,5 л; 0,5 л
«Сімейна»	Вода мінеральна столова фасована негазована	0,1 – 1,0	ПЕТ 6,0 л

Таблиця 1.2 – Склад основних іонів природної мінеральної води «Куяльник» [1 - 3]

Основні іони	Концентрація, мг/дм ³
Натрій-калій	900–1300
Кальцій	< 50
Магній	< 100
Хлориди	1200–1700
Сульфати	280–380
Гідрокарбонати	400–550

Технологічний процес виробництва фасованої мінеральної води охоплює такі основні етапи [4, 11]:

– підйом води з артезіанських свердловин (каптаж) насосами;

- транспортування води трубопроводами з нержавіючої сталі до накопичувальних резервуарів;
- водопідготовка: попередня механічна фільтрація на піщаному (механічному) фільтрі для видалення завислих речовин, у тому числі гідроксидів заліза;
- для лінії «Сімейна» та «Тонус Кисень» – часткове знесолення на установці зворотного осмосу;
- знезараження ультрафіолетовим випромінюванням;
- насичення води CO₂ або O₂ (для виробництва води «Тонус Кисень»);
- видув ПЕТ-тари з преформ при високій температурі;
- розлив, закупорювання, маркування і пакування готової продукції.

Графік роботи технологічної лінії узгоджується із сезонним характером попиту на фасовану воду: основне завантаження припадає на період травень–вересень (2 зміни на добу, до 6 робочих днів на тиждень), у зимові місяці лінія працює переважно в одну зміну з технологічними перервами на санітарну обробку обладнання [4, 11]. Така нерівномірність завантаження безпосередньо впливає на обсяги утворення технологічних стоків і повинна враховуватися при проектуванні очисних споруд.

Контроль якості продукції здійснюється відповідно до вимог санітарного законодавства і стандартів безпечності харчових продуктів, у тому числі НАССР та ДСТУ ISO 22000 [10]. Виробничо-аналітична лабораторія підприємства акредитована у системі УкрСЕПРО і виконує мікробіологічний та хімічний контроль на всіх етапах виробництва [1 - 3].

Санітарна обробка технологічного обладнання. Контроль за санітарним станом цехів розливу, технологічного обладнання та накопичувальних ємностей здійснює виробничо-аналітична лабораторія за затвердженою схемою санітарно-мікробіологічного контролю [4, 11]. Резервуари очищуються та дезінфікуються не рідше 1 разу на місяць, трубопроводи та колектори – 1 раз на 6 місяців. Санітарна обробка передбачає механічне очищення від осадів, промивання, дезінфекцію кислотними або лужними засобами (Crystal на основі азотної кислоти, каустична сода, Термо, Акватон-10, ГРІН ЛАЙН БАЗІК) з експозицією 1 год і подальшим

промиванням питною водою. Генеральна санітарна обробка всього обладнання проводиться 1 раз на рік під час планового ремонту [4, 11].

1.3 Характеристика навколишнього природного середовища в зоні розташування підприємства

1.3.1 Клімат, геологічна будова та ґрунтовий покрив

Місто Одеса, в межах якого розташоване підприємство, має помірно-континентальний клімат. Зима – м'яка, відносно затяжна весна, тепле, довге і часто спекотне літо, з довга і тепла осінь. Середньорічна температура повітря становить $+10,1^{\circ}\text{C}$. Найнижчою вона є у січні – $-1,7^{\circ}\text{C}$, а найвищою – в липні $+21,4^{\circ}\text{C}$. За рік у місті Одеса випадає 464 мм опадів. Середня відносна вологість атмосферного повітря становить 76 %. Протягом останніх десятиліть клімат Одеси змінюється. Наприклад, середньорічна температура повітря в місті Одесі за 2003 – 2013 рр. зросла на $1,4^{\circ}\text{C}$ (порівняно з кліматичною нормою) і становить $11,5^{\circ}\text{C}$. Зростання температури відбулося за рахунок потепління в липні та серпні – на $1,9$ та $2,0^{\circ}\text{C}$. В той час у лютому, вересні та жовтні температури підвищувалися менше (на $0,3$ – $0,9^{\circ}\text{C}$) [12]. Це супроводжується зростанням інтенсивності і частоти екстремальних погодних явищ – сильних злив, шквалів, хвиль спеки. Водночас спостерігається зменшення снігового покриву та його тривалості, а також зростання температури морської води у прибережній зоні Чорного моря [12]. Ці кліматичні зміни безпосередньо впливають на гідрологічний режим Куяльницького лиману, на берегах якого розташоване підприємство.

За прогнозами кліматологів зміни, що вже зафіксовані, будуть відбуватися і в майбутньому. Буде спостерігатися зростання температури повітря та незначні зміни кількості опадів [12].

Куяльницький лиман у геологічному відношенні є лиманом закритого типу на північному березі Чорного моря, від якого відокремлений піщано-черепашковим пересипом завширшки до 2,5 км і заввишки $(1,5 - 2)$ м [13 - 14]. Береги лиману переважно високі (30–40 м), складені піщано-глинистими породами і вапняками. Поширені процеси абразії, зсуви та ерозія. Геологічна будова району

характеризується значною потужністю осадового чохла, де чергуються четвертинні відклади (леси, суглинки) потужністю (15–20) м та неогенові вапняки і пісковики – колектори підземних вод [13-14].

Ґрунтовий покрив району розташування підприємства диференціюється на природні (чорноземи південні, лучні та лучно-болотні ґрунти) та антропогенно-трансформовані [15]. У межах виробничого майданчика переважають техногенно перетворені ґрунти, представлені ущільненими насипними ґрунтами з покриттями зі штучних матеріалів, що практично виключає інфільтрацію атмосферних опадів. Основними джерелами забруднення ґрунтів в Одеській агломерації є виробнича діяльність промислових підприємств, робота комунальних служб і автотранспорт [15, 16].

1.3.2 Поверхневі та підземні води. Куяльницький лиман

Куяльницький лиман – важливий елемент гідрографічної мережі району розташування підприємства. У 2018 році лиман отримав офіційний статус водойми державного значення, а найнижча точка України розташована саме в його межах [13, 14, 17, 8]. Лиман утворився у пізньому пліоцені – голоцені внаслідок вертикальних тектонічних коливань суші та змін рівня Чорного моря. До XIV ст. широке гирло річки Великий Куяльник впадало у море, після чого було відокремлене пересипом. Дно лиману вкрите мулово-пелоїдними відкладами – лікувальними грязями, що накопичувалися в анаеробних умовах і використовуються в курортній справі [17, 8].

До хімічного складу води лиману входять хлориди і сульфати кальцію, магнію, калію, йодисті, бромисті та інші сполуки. Пересічна солоність становить 74,3 ‰, максимальна сягає 296 ‰ – одна з найвищих в Україні [17, 18]. До лікувальних факторів належать ропа лиману, грязі та мінеральна вода «Куяльник», яку отримують зі свердловин на берегах лиману.

Стан Куяльницького лиману сьогодні характеризується як екологічна катастрофа [13, 14, 17, 8]. Її основними причинами є глобальне потепління, що спричиняє пересихання, та іригаційний відбір стоку р. Великий Куяльник. Згідно з офіційними даними, до лиману потрапляє лише близько 15 % річного стоку, що

формується у басейні річки. Обміління лиману та підвищення солоності впливають на поверхневі відклади – утворюються солончаки, спостерігається просідання ґрунтів. У 2014 році для запобігання повного пересихання лиману було прокладено сполучний канал з Одеською затокою Чорного моря, через який було подано понад 8 млн м³ морської води. Для відновлення нормального рівня необхідно ще близько 30 млн м³ [13, 14, 17, 8]. У 2025 р. сильні зливи тимчасово підняли рівень і знизили солоність, але це не стало вирішенням проблеми. За звітами 2024 р. вода лиману має перевищення за мінералізацією, ХСК, БСК₅ [16]. Стан лиману наочно представлено на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Куяльницький лиман у стані екологічної кризи [13, 14]

Підземні води в зоні розташування підприємства – артезіанські, напірні в неогенових відкладах. Живлення – інфільтраційне (атмосферні опади) та частково латеральне з півночі, з басейну р. Великий Куяльник. Підземний стік у лиман відбувається, але обмежений через високий рівень солоності лиманних вод. Сумарні запаси підземних вод у межах м. Одеси складають близько 8 154 м³/добу [8, 18]. До вод з підвищеною мінералізацією належать джерела хлоридно-натрієвої води «Куяльник», розташовані в районі курорту, а також хлоридно-гідрокарбонатно-сульфатна вода «Одеська» зі свердловин глибиною (150–210) м.

Відповідно до щорічної доповіді про стан навколишнього природного середовища Одеської області за 2024 рік [16]. Загальний обсяг скидів у Куяльницький лиман незначний, основними джерелами забруднення є комунальні підприємства (зокрема ТОВ «Інфокс» – філія «Інфоксводоканал»). Перевірки 2025 р. не виявили перевищень ГДК забруднюючих речовин у лимані.

1.3.3 Рослинний і тваринний світ. Національний природний парк «Куяльницький»

Одеська область є малолісною та лісодефіцитною: на одного мешканця припадає лише 0,1 га лісу, загальна лісистість становить близько 6 % [16]. Лісова рослинність сконцентрована переважно у північних районах області і представлена штучними насадженнями. Біологічне різноманіття території втрачається внаслідок забудов, розорювання земель, меліорації, спорудження водосховищ і розвитку транспортної інфраструктури. Скорочуються території, зайняті природною рослинністю, що призводить до загрози втрати гено- та ценофонду [16].

У водах самого Куяльницького лиману через високу солоність органічне життя дуже обмежене – трапляються лише рачок *Artemia salina*, личинки комарів та галобактерії [15, 19]. Сезонне розмноження галобактерій і рачків артемії викликає характерне червоне забарвлення води лиману. Однак прилеглі до лиману території зберігають своєрідну степову та лучно-болотну флору і фауну, що є основою для надання Куяльницькому лиману статусу об'єкта Смарагдової мережі Європи [13]. У межах зони впливу підприємства охороняються водно-болотні угіддя, прибережні ландшафти та окремі види, занесені до Червоної книги України.

Куяльницький лиман та прилегла територія входять до природно-заповідного фонду України, а саме Національного природного парку «Куяльницький». Саме тому будь-яка господарська діяльність у його межах, у тому числі видобуток мінеральних вод, регулюється підвищеними природоохоронними вимогами [13, 14].

Для ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»», який розташований на березі Куяльницького лиману і в межах Національного парку «Куяльницький» (рис.1.3) це означає:

- необхідність здійснення виробничого екологічного моніторингу;
- ведення обліку видобутих обсягів води;
- контролю за станом ЗСО свердловин;
- недопущення скидів забруднених стоків у поверхневі водні об'єкти зони лиману.

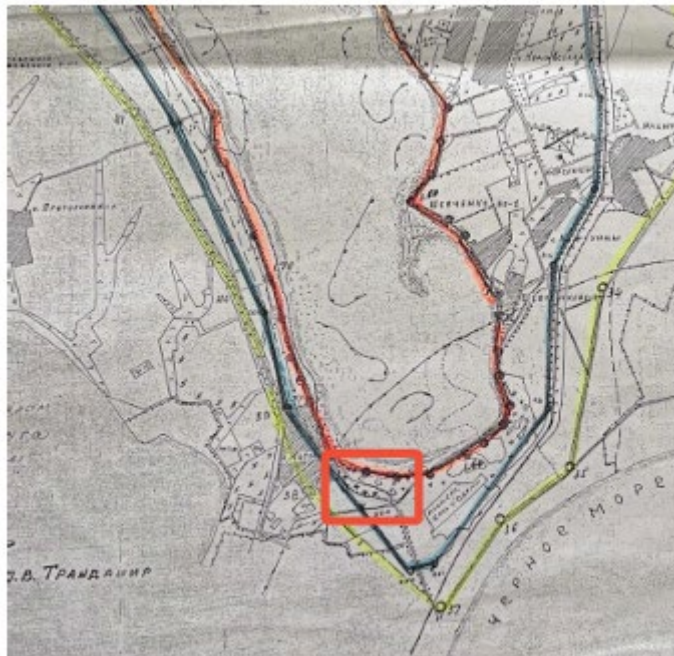


Рисунок 1.3 – Розташування підприємства відносно Куяльницького лиману та Національного природного парку «Куяльницький» [4]

1.4 Екологічні аспекти діяльності підприємства

1.4.1 Характеристика стічних вод та оцінка їх впливу на гідросферу

На відміну від традиційних виробництв, де основним джерелом стоків є мийка скляної зворотної тари, на ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» технологічні стоки утворюються з інших джерел [4, 11]. Оскільки скляна тара і процеси її мийки на підприємстві відсутні, основні джерела утворення технологічних стічних вод такі:

- розсоли (концентрати) після установки зворотного осмосу. Установка зворотного осмосу використовується для отримання знесоленої фракції води, необхідної для виробництва вод «Сімейна» і «Тонус Кисень». Вихід пермеату на установці складає 62 %, інші 38 % вихідної води утворюють розсіл. Він і є технологічним стоком з підвищеною мінералізацією [4, 11]. Це найбільший за обсягом потік стоків;

- промивні води піщаного (механічного) фільтра. Регулярне промивання піщаного фільтра у зворотному напрямі необхідне для видалення осадів гідроксиду заліза, інших солей, частинок піску і глинистих включень, що накопичуються в

завантаженні фільтра. Ці промивні води містять підвищені концентрації завислих речовин;

- технологічні стоки від щоденного промивання лінії розливу перед запуском. Щодня перед запуском лінія розливу води промивається профільтрованою водою зі свердловини. Ці промивні води є частиною технологічного стоку;

- стоки від щоденної мийки підлоги цеху розливу. Цех розливу регулярно прибирається з використанням води і дозволених мийних засобів, що формує додатковий потік стоків зі змінними характеристиками за вмістом ПАР і завислих речовин;

- стоки від санітарної мийки і дезінфекції технологічного обладнання. Здійснюються 1 раз на місяць (для більшості обладнання) або 1 раз на 6 місяців (для трубопроводів від свердловин) із застосуванням кислотних, лужних і дезінфікуючих засобів (Crystal, каустична сода, Термо, Акватон-10, ГРІН ЛАЙН БАЗІК) [4, 11]. Стоки після такої мийки містять залишки мийних та дезінфікуючих засобів і вимагають нейтралізації перед скидом.

Орієнтовну оцінку обсягів і характеристик основних потоків технологічних стоків ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» наведено в табл. 1.3. Розрахунки виконано для умов повного завантаження виробництва (літньо-осінній період).

Сьогодні технологічні стоки на підприємстві збирають, розводять до необхідних вимог за мінеральним складом і скидають у міську каналізацію [4]. Локальних очисних споруд для технологічних стоків на підприємстві, які б дозволяли більш раціонально і повторно використовувати водні ресурси [20], на підприємстві немає. На мою думку, це є прогалиною у системі охорони гідросфери і стане предметом моїх проектних рішень (див розділ 2).

Господарсько-побутові стоки утворюються від санітарних вузлів адміністративно-побутового корпусу та кімнати прийому їжі (на підприємстві відсутня столова як виробнича одиниця, а є кімната для прийому їжі) [4]. Душові на підприємстві є, але через те, що цех розливу не належить до гарячих виробничих цехів за санітарною класифікацією, вони використовуються не на постійній основі.

Господарсько-побутові стоки в скидаються до системи централізованого водовідведення.

Таблиця 1.3 – Орієнтовні характеристики технологічних стоків

Джерело стоку	Обсяг, м ³ / добу	Періодичність	Основні забруднювачі	Орієнтовний рівень
Розсіл після зворотного осмосу	30 – 50	Безперервно під час роботи лінії	Розчинені солі (Na ⁺ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , HCO ₃ ⁻)	≈ 8 – 10 г/дм ³
Промивні води піщаного фільтра	8 – 12	1–2 рази на тиждень	Завислі речовини (гідроксид заліза, пісок, глина)	200 – 500 мг/дм ³
Промивні води щоденного запуску лінії	5 – 8	Щоденно перед зміною	Залишки мийних розчинів, незначна мікробіологія	—
Стоки мийки підлоги цеху	1 – 2	Щоденно	ПАР, завислі речовини	—
Стоки санітарної мийки обладнання	3 – 5 (середнє за місяць)	1 раз на місяць (СП) / 1 раз на 6 міс.	Луги (NaOH), кислоти, ПАР, дезінфектанти	300 – 800 мг/дм ³
Разом середньодобовий	47 – 77	—	Змішаний склад	—

Складено за матеріалами переддипломної практики [4] та матеріалами роботи [11].

Зливові стоки з території виробничого майданчика характеризуються змінним складом залежно від інтенсивності опадів. Основними забруднювачами

зливових стоків є завислі речовини (пил, продукти зношування покриттів), нафтопродукти (від автотранспорту), а також змиви з технологічних площадок зберігання балонів CO₂ і O₂.

Вплив скидів стічних вод підприємства на гідросферу проявляється переважно опосередковано – через міську каналізаційну мережу і далі на каналізаційні очисні споруди КП «Інфоксводоканал». Однак висока мінералізація розсолів зворотного осмосу негативно впливає на загальний баланс мінеральних солей у муніципальних очисних спорудах і знижує ефективність біологічного очищення [21, 22]. Тому проектування локального очищення розсолів і інших технологічних стоків безпосередньо на підприємстві є екологічно та економічно обґрунтованим.

1.4.2 Вплив водовідбору на стан підземних водоносних горизонтів

Видобування мінеральної води для виробництва на ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» здійснюється через три артезіанські свердловини – № 19, 20, 21 [4, 11]. Принципова відмінність цього виду водокористування від водопостачання побутового характеру полягає в тому, що мінеральна вода є специфічним природним ресурсом – корисною копалиною загальнодержавного значення, видобування якої регулюється Гірничим законодавством України (зокрема, Кодексом України про надра) [23], Водним кодексом України [24] та іншими нормами природоохоронного права [6, 9, 25, 26]. Відповідно до Правил охорони підземних вод [6], водокористувачі, які є власниками водозабірних споруд, зобов'язані забезпечувати охорону підземних вод від вичерпання експлуатаційних запасів, виснаження та забруднення, дотримуватися рекомендованого режиму їх експлуатації та встановленої зони санітарної охорони.

Дебіт експлуатаційних свердловин ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» (№ 19, 20, 21) разом обмежений затвердженими експлуатаційними запасами родовища і не повинен перевищувати лімітів, встановлених у спеціальному дозволі на користування надрами. Категорія А запасів становить 3 419,2 м³/добу, що значно перевищує фактичні поточні обсяги водовідбору підприємства. Це дає певний запас потужності для нарощування виробництва, але

не звільняє підприємство від обов'язку детального обліку фактичних обсягів видобування.

Перевищення обсягів водовідбору над затвердженими запасами призводить до утворення депресивної воронки – пониження п'єзометричного рівня у водоносному горизонті навколо свердловин [27]. При незначній депресії явище є оборотним і не загрожує стійкості горизонту. Однак при систематичному перевищенні норм відбору депресивна зона розширюється, може перетинатися з зонами впливу інших водозаборів і призводити до незворотного зниження рівня підземних вод. Крім кількісних змін, надмірний водовідбір може спричинити якісні зміни хімічного складу видобуваних вод. Зниження тиску в горизонті може сприяти підтягуванню вод суміжних горизонтів з відмінним хімічним складом, що призведе до деградації цінних мінеральних вод [27]. Цей ефект особливо небезпечний для лікувально-столових вод, чий стабільний природний склад є умовою отримання дозволу на виробництво.

Технічний стан свердловин безпосередньо впливає на захищеність водоносного горизонту від забруднення з поверхні. Порушення цілісності обсадних труб, неякісне тампонування затрубного простору або відсутність герметичних головок гирлової арматури створюють шляхи для проникнення поверхневих вод і забруднювачів безпосередньо в артезіанський горизонт [27, 28]. На ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» зону санітарної охорони першого поясу (радіус 30 м) огорожено парканом висотою 2 м [4, 11]. Це відповідає вимогам Правил охорони підземних вод [6]. Однак для повноцінної охорони водоносного горизонту необхідне посилення мережі спостережних свердловин. Наразі на підприємстві експлуатується лише одна спостережна свердловина. На мою думку, цього недостатньо для надійного контролю гідрохімічного режиму родовища.

Питання моніторингу рівнів підземних вод регламентується «Порядком здійснення державного моніторингу вод» [29]. Водозабори підземних вод з обсягом видобутку понад 100 м³/добу зобов'язані облаштовувати локальну мережу спостережних свердловин для визначення кількості та хімічних показників води і щорічно подавати дані до Держгеонадр.

1.4.3 Відходи виробництва як джерело впливу на гідросферу

Новим законодавством, зокрема Законом України «Про управління відходами» [31] та Національного переліку відходів [32], відходи більше не діляться на I–IV класи небезпеки. Тепер вони мають лише два статуси: небезпечні (маркуються зірочкою *) та не є небезпечними. У Податковому кодексі України (стаття 246) [33] ставки екологічного податку за розміщення відходів досі прив'язані до старих чотирьох класів. Поки у податкове законодавство не внесуть відповідні зміни, Державна податкова служба рекомендує для розрахунку податків використовувати чинні довідники та старі паспорти відходів (ДСТУ 4462.3.01:2006 [34] або ДК 005-96 [30]). Проте для ведення екологічного обліку та ліцензування підприємства зобов'язані використовувати нову систему. При виконанні роботи в ході оцінки впливу на довкілля [35] також застосовано цей підхід.

В ході переддипломної практики та аналізу отриманої інформації виділено наступні види відходів:

- поліетилентерефталатові (ПЕТ) і полімерні відходи: бракована ПЕТ-тара, кришки, преформи та етикетки, обрізки плівки – передаються переробникам вторинної сировини;
- паперово-картонні відходи: пакувальні матеріали, відходи виробничого і офісного діловодства;
- осад механічного фільтра водопідготовки: переважно гідроксид заліза, пісок, глинисті частки;
- відпрацьовані мийні та дезінфікуючі засоби: концентрати кислотних, лужних і дезінфікуючих розчинів після завершення циклу СІП-мийки;
- побутові відходи від адміністративно-побутового корпусу.

Нижче наведено складену класифікацію цих відходів за новими правилами.

1. Поліетилентерефталатові (ПЕТ) і полімерні відходи.

Орієнтовний код за Національним переліком відходів : 15 01 02 (Пластикова упаковка) або 07 02 13 (Відходи пластику від виробництва).

Клас небезпеки: Відходи, що не є небезпечними.

Критерій небезпечності: Відсутній. Ці відходи є інертними, не виявляють екотоксичних чи хімічно активних властивостей і підлягають повторній переробці (рециклінгу).

2. Паперово-картонні відходи.

Орієнтовний код за Національним переліком відходів: 15 01 01 (Паперова та картонна упаковка) та 20 01 01 (Папір та картон як роздільно зібрані фракції побутових відходів).

Клас безпеки: Відходи, що не є небезпечними.

Критерій небезпечності: Відсутній. Матеріал є біорозкладним та безпечним для довкілля за умови правильного роздільного збору.

3. Осад механічного фільтра водопідготовки.

Орієнтовний код за Національним переліком відходів: 19 09 02 (Шлами від освітлення та процесу фільтрації води).

Клас безпеки: Відходи, що не є небезпечними.

Критерій небезпечності: Відсутній (за умови, що у воді перед фільтрацією не було специфічних токсичних забруднювачів чи важких металів у надвисоких концентраціях). Гідроксид заліза, пісок та глина є природними мінеральними сполуками.

4. Відпрацьовані мийні та дезінфікуючі засоби.

Орієнтовний код за Національним переліком відходів: 07 06 04* (Інші органічні розчинники, промивні рідини та маточники) або 20 01 15* (Луги), 20 01 14* (Кислоти).

Клас безпеки: Небезпечні відходи (обов'язково маркуються зірочкою *).

Критерії небезпечності (згідно з Додатком 3 до Закону):

НР 4 «Дратівливі» - викликають подразнення шкіри та очей.

НР 8 «Корозійні» - концентровані кислоти та луги здатні викликати хімічні опіки шкіри та пошкоджувати матеріали.

НР 14 «Екотоксичні» - дезінфектанти (часто містять хлор, четвертинні амонієві сполуки тощо) становлять пряму загрозу для водних організмів та мікрофлори очисних споруд, якщо потрапляють туди без нейтралізації.

5. Побутові відходи від адміністративно-побутового корпусу

(Аналог колишніх ТПВ - твердих побутових відходів)

Орієнтовний код за Національним переліком відходів: 20 03 01 (Змішані побутові відходи).

Клас безпеки: Відходи, що не є небезпечними.

Критерій небезпечності: Відсутній. Проте, якщо в офісі у загальний смітник викидають відпрацьовані батарейки (20 01 33*) або люмінесцентні лампи (20 01 21*), ці специфічні компоненти мають збиратися окремо як небезпечні відходи у складі побутових.

Усі види відходів зберігаються у відповідних контейнерах на спеціально облаштованих майданчиках із замоценою покриттям, що унеможливило потрапляння забруднювачів у ґрунт і ґрунтові води.

Узагальнену класифікацію відходів наведено в табл.1.4, а вимоги до поводження з ними наведено в табл. 1.5.

Таблиця 1.4 - Класифікація відходів підприємства

Вид відходу	Орієнтовний код	Статус безпеки	Критерій небезпечності
ПЕТ та полімери	15 01 02	Не є небезпечними	Відсутній
Папір та картон	15 01 01 / 20 01 01	Не є небезпечними	Відсутній
Осад водопідготовки	19 09 02	Не є небезпечними	Відсутній
Відходи СП-мийки	07 06 04* (або аналог)	Небезпечні	НР 4, НР 8, НР 14
Побутові відходи АПК	20 03 01	Не є небезпечними	Відсутній

Таблиця 1.5 – Вимоги до поводження з відходами

Вид відходу	Вимоги до зберігання	Спосіб утилізації
Концентрати мийних розчинів (ПАР, кислоти, луги)	Герметична хімічно стійка ємність із кришкою, піддон	Нейтралізація + передача спеціалізованій організації
Осад механічного фільтра (гідроксид заліза, пісок)	Контейнер на бетонному майданчику з дренажем	Передача спеціалізованій організації
ПЕТ-відходи, преформи, плівка	Контейнери з кришкою на замощеній площадці	Передача переробнику вторинної сировини
Паперово-картонні відходи	Контейнери або тюки	Передача переробнику макулатури
Побутові відходи	Стандартні баки ТПВ	Вивезення комунальною службою

Перспективним напрямом зниження впливу відходів підприємства на гідросферу є перехід до принципів циркулярної економіки [36]:

- ПЕТ-відходи переробляються на вторинний полієфірний гранулят;
- паперово-картонні відходи повертаються у переробку;
- осад механічного фільтра після зневоднення та хімічного аналізу може використовуватися як добавка для виробництва будівельних матеріалів.

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ

2.1 Аналіз джерел утворення технологічних стоків на підприємстві

Як було показано в підрозділі 1.4.1, на ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» утворюється кілька принципово відмінних потоків технологічних стоків, які потребують різних підходів до очищення. На основі проведеного аналізу визначені джерела утворення стічних вод та зроблено висновок про кількісні і якісні характеристики цих стоків (рис.2.1).

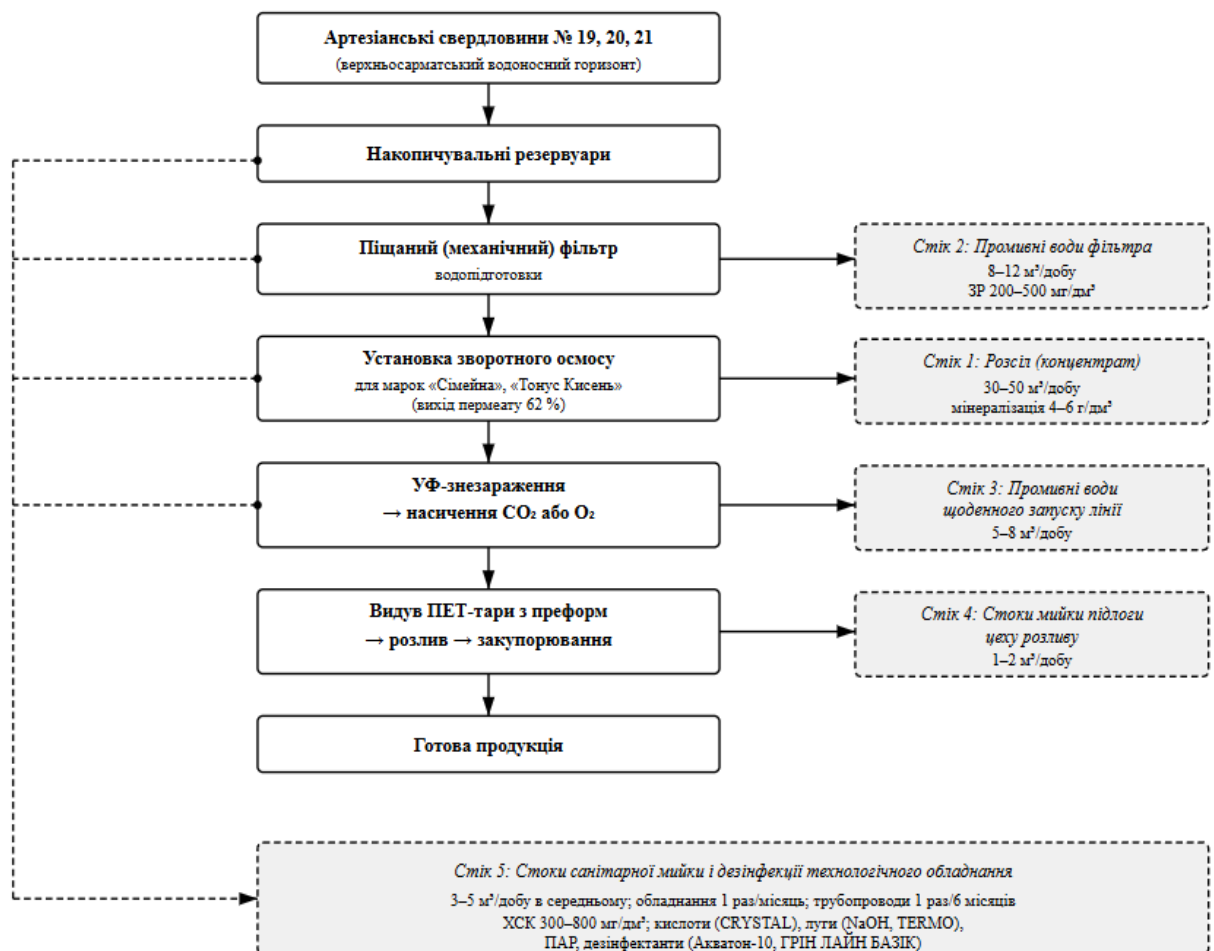


Рисунок 2.1 –Джерела утворення технологічних стоків на підприємстві та характеристика стоків

Аналіз поданої схеми свідчить, що технологічні стоки підприємства мають різний хімічний склад. Розсіл зворотного осмосу є висомінералізованим стоком практично без органіки, тоді як промивні води піщаного фільтра мають високий вміст завислих речовин (переважно гідроксид заліза). Стоки санітарної мийки – це періодичний потік з підвищеним ХСК, кислотністю/лужністю та залишками ПАР і дезінфектантів. Це обумовлює доцільність роздільного збирання різних потоків стоків з подальшим їх диференційованим очищенням.

Біологічне очищення для технологічних стоків ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» недоцільне з кількох причин [37, 38]:

- стоки не містять достатньо органічних речовин і поживних елементів (азот, фосфор) для розвитку активного мулу;
- значну частку складає високомінералізований розсіл, який пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів активного мулу;
- біологічні очисні споруди потребують значних територій, яких немає в межах виробничого майданчика підприємства.

Тому в роботі обґрунтовано вибір фізико-хімічних способів оброблення води, а саме реагентного, фільтраційного, мембранного. Вони дозволять вилучити забруднюючі речовини із технологічних стоків підприємства і отримати додаткову кількість води для технологічних потреб.

2.2 Обґрунтування та проектування технологічної схеми очищення технологічних стічних вод

З огляду на принципово різний склад потоків стоків (п. 2.1) для їх очищення запропоноване роздільне очищення двох основних потоків:

- промивних вод піщаного фільтра;
- розсолів зворотного осмосу та концентрованих стоків санітарної мийки.

Решта технологічних стоків (щоденне промивання лінії, мийка підлоги) можуть приєднуватися до одного з основних потоків залежно від домінуючої характеристики.

З урахування сучасних підходів до проектування систем очищення стоків [5, 20, 21, 22, 37, 38, 41, 43, 44] розроблено технологічну схему для оброблення технологічних стоків підприємства.

Технологічна схема очищення промивних вод піщаного фільтра наведена на рис. 2.2 (лінія 1) і ґрунтується на двоступеневому фізико-хімічному очищенні: відстоювання – фільтрування на механічному фільтрі. Після відстоювання у вертикальному відстійнику-усереднювачі (час перебування (4 – 6) год) основна частина завислих речовин (гідроксид заліза, пісок) випадає в осад. Освітлена вода надходить на доочищення на двошаровий фільтр з антрацитовим і піщаним завантаженням.

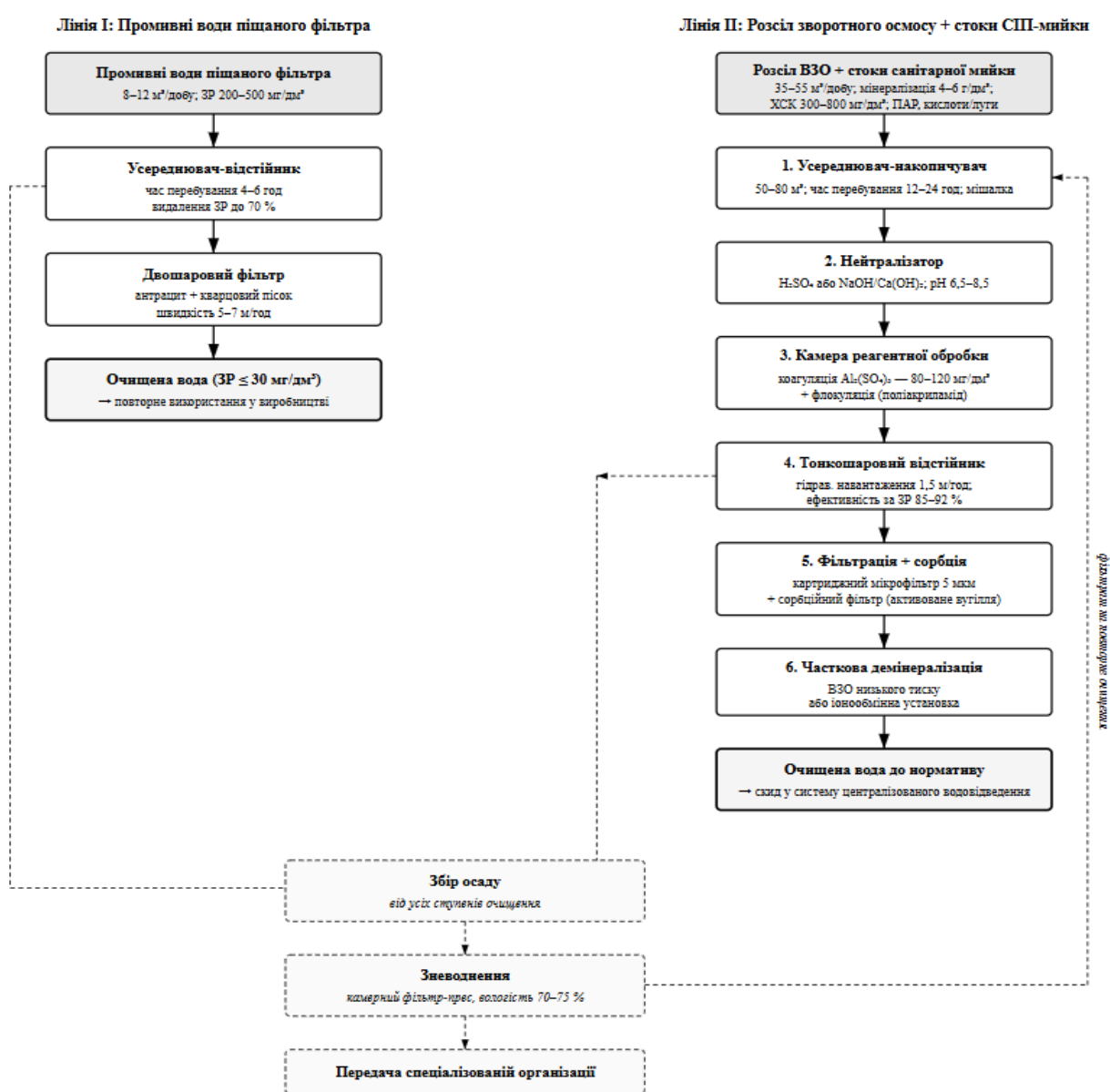


Рисунок 2.2 – Запропонована технологічна схема очищення технологічних стоків підприємства

Цільовий показник за вмістом завислих речовин на виході (лінія 1) – не більше 30 мг/дм³, що задовольняє нормативним вимогам до скиду в централізовану каналізацію. Для повторного використання очищеної води для мийки обладнання і санітарного прибирання приміщень харчового підприємства показник повинен складати (1 – 3,5) мг/дм³, тобто відповідати вимогам до питної води (харчове підприємство). Вода з показником 30 мг/дм³ може використовуватись лише для поливу зелених насаджень або мийки покриттів [5, 10, 39, 40].

Другий потік є основним за обсягом і за рівнем мінералізації. Запропонована технологічна схема його очищення включає п'ять послідовних технологічних процесів очищення (рис. 2.2, лінія 2):

1. Усереднювач-накопичувач (об'єм розраховується із умови (12 – 24) год перебування, орієнтовно (50–80) м³). Призначений для усереднення складу стоків, які надходять нерегулярно (розсіл – безперервно, стоки мийки – 1 раз на місяць чи 1 раз на 6 міс.). Усереднювач обладнується системою механічного перемішування (низькооборотні мішалки) для запобігання осадження завислих речовин.

2. Нейтралізатор для коригування рН до значень (6,5 – 8,5) за допомогою реагентного дозування розчину сірчаної кислоти (для лужних стоків від СП-мийки) або вапняного молока чи розчину NaOH (для кислотних стоків від мийки CRYSTAL). Контроль рН здійснюється автоматично з керуванням дозувальними насосами.

3. Реагентна обробка: коагуляція сульфатом алюмінію Al₂(SO₄)₃ дозою (80 – 120) мг/дм³ із подальшим додаванням катіонного флокулянта (поліакриламід) для укрупнення утворених пластівців.

4. Тонкошаровий відстійник з пакетом тонкошарових модулів. Тонкошарова конструкція забезпечує ефективність відстоювання (85 – 92) % за завислими речовинами при відносно невеликих габаритах споруди, що критично важливо для обмеженої території підприємства.

5. Фільтрувальна установка: мікрофільтрація з картриджами 5 мкм + сорбційний фільтр з активованим вугіллям (або іонообмінний) для видалення залишкових ПАР, дезінфектантів і органічних домішок.

6. Вузол часткової демінералізації. Для приведення мінералізації очищеного розсолу у відповідність із нормативами скиду в систему централізованого водовідведення [45] використовується додаткова установка зворотного осмосу низького тиску (для скорочення мінералізації розсолу) або іонообмінна установка. Концентрат після цього вузла (у значно меншому обсязі) передається спеціалізованій організації або використовується для регенерації катіонітів.

Режими роботи запроектованої технологічної схеми очищення технологічних стоків узагальнено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Проектні параметри запропонованої схеми очищення технологічних стоків підприємства

Технологічний процес	Інженерна споруда / обладнання	Параметр роботи обладнання	Очікувана ефективність
Усереднення	Усереднювач із мішалкою, (50 – 80) м ³	Час перебування стоків – (12 – 24) год	Стабілізація складу стоків
Нейтралізація	Реактор-нейтралізатор з рН-контролером	рН = (6,5 – 8,5) од.рН	100 % за рН
Коагуляція + флокуляція	Камера змішування + коагулятор	Дозування $Al_2(SO_4)_3$ - (80 – 120) мг/л	ХСК - (55-65)%; ЗР – 80 %
Тонкошарове відстоювання	Тонкошаровий відстійник	Гідравлічне навантаження - 1,5 м/год	ЗР – (85 - 92) %
Фільтрація + сорбція	Мікрофільтр 5 мкм + сорбційний фільтр (АВ)	Швидкість потоку – (5 - 7) м/год	ЗР ≤ 5 мг/л; ПАР – 90 %
Часткова демінералізація	Установка зворотного осмосу низького тиску або система з іонообмінних фільтрів	За потреби	Мінералізація до нормативу

За результатами проектних розрахунків розраховані орієнтовні витрати реагентів. При середньодобовому обсязі основного потоку $Q = (35-55) \text{ м}^3/\text{добу}$ (розсіл + стоки санітарної мийки в усередненому режимі), дозі коагулянту 100 мг/дм^3 і дозі флокулянта $1,0 \text{ мг/дм}^3$ річна потреба в реагентах становить:

- сульфат алюмінію: $(35 \cdot 365 \cdot 100) / 10^6 = 1,28 \text{ т/рік}$ (мінімум),
 $(55 \cdot 365 \cdot 100) / 10^6 = 2,01 \text{ т/рік}$ (максимум);
- поліакриламід: $(35 \cdot 365 \cdot 1,0) / 10^6 = 0,013 \text{ т/рік}$ (мінімум),
 $(55 \cdot 365 \cdot 1,0) / 10^6 = 0,020 \text{ т/рік}$ (максимум).

Реагентне господарство облаштовується у критому приміщенні з хімічно стійкою підлогою, обвалуванням та системою аварійного збору при розливах [37, 38, 41, 44]. Дозування реагентів автоматизується за сигналами рН-метрів і каламутномірів.

Управління осадом. Осад, що утворюється в усереднювачі-відстійнику і тонкошаровому відстійнику, періодично відкачується в зневоднювач (камерний фільтр-прес) до вологості $(70 - 75) \%$, після чого зневоднений осад передається спеціалізованій організації для утилізації або захоронення. Фільтрат від зневоднення повертається на вхід очисних споруд для повторної обробки, що виключає неконтрольований скид [43, 44].

2.3 Заходи щодо охорони підземних вод і раціонального водокористування

Охорона підземних вод є стрижневим елементом природоохоронної діяльності ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»», оскільки видобута мінеральна вода є основним природним ресурсом виробництва [1 - 4, 11, 17]. На підприємстві на сьогодні впроваджено базові заходи з охорони підземних вод, передбачені Правилами охорони підземних вод [6]. Зокрема, оснащено гирла свердловин герметичними головками, встановлено огороження першого поясу ЗСО, ведеться журнал обліку обсягів водовидобування. Однак ряд аспектів потребує удосконалення, що і пропонується в цьому підрозділі.

В роботі виконано розрахунок зон санітарної охорони свердловин ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» за методикою [46]. Зона санітарної охорони підземного водозабору складається з трьох поясів [4, 11]:

- перший пояс: зона суворого режиму. Її радіус - 30 м від гирла свердловини (для добре захищених підземних вод);
- другий пояс; зона мікробіологічного захисту. Її межі визначаються розрахунково;
- третій пояс: зона хімічного захисту. Її межі також визначаються розрахунково.

Розрахунок радіусу другого пояса ЗСО виконується за формулою (1) з урахуванням часу виживання бактерій у підземних водах і параметрів водоносного горизонту [46]:

$$R_2 = \sqrt[3]{(Q \cdot T_m / (\pi \cdot m \cdot n))} \quad (1)$$

де Q – дебіт свердловини, м³/добу;

T_m – нормативний час виживання бактерій, діб (для добре захищених артезіанських вод приймається 200 діб);

m – потужність водоносного горизонту, м;

n – активна пористість порід-колекторів, частки одиниці.

При фактичних параметрах для свердловин підприємства:

- сумарний експлуатаційний дебіт трьох свердловин: $Q = 800$ м³/добу (приймається для розрахунку як проектний максимум);
- потужність верхньосарматського водоносного горизонту: $m = 12$ м;
- активна пористість тріщинуватих вапняків: $n = 0,1$;
- $T_m = 200$ діб.

Розрахунок:

$$R_2 = \sqrt[3]{(800 \cdot 200 / (3,14 \cdot 12 \cdot 0,1))} = \sqrt[3]{(160\,000 / 3,77)} = \sqrt[3]{42\,440} \approx 206 \text{ м.}$$

Аналогічно виконано розрахунок для третього пояса ЗСО (час $T_x = 25$ років = 9 125 діб):

$$R_3 = \sqrt[3]{(800 \cdot 9\,125 / (3,14 \cdot 12 \cdot 0,1))} = \sqrt[3]{(7\,300\,000 / 3,77)} = \sqrt[3]{1\,936\,340} \approx 1\,391 \text{ м.}$$

Таким чином, розрахункові радіуси поясів ЗСО для свердловин ТДВ Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» становлять:

- I пояс – 30 м (огорожений);
- II пояс – близько 206 м;
- III пояс – близько 1 391 м.

Характеристику поясів ЗСО з заборонами і дозволеними видами діяльності наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристика поясів ЗСО водозаборів підприємства

Параметр	I пояс	II пояс	III пояс
Радіус (розрахунковий)	30 м	206 м	1391 м
Заборонені види діяльності	Будь-яке будівництво, рух транспорту, постійне проживання	Скидання стоків, склади ПММ і добрив, кладовища	Нові підприємства зі скидами в підземні води
Дозволені види діяльності	Обслуговування свердловин, озеленення	Сільгосп-діяльність з обмеженнями	Більшість видів діяльності з погодженням
Обов'язкові заходи	Огородження, охорона, знак ЗСО	Спостережні свердловини	Узгодження нового будівництва

В роботі проаналізовано існуючі та запропоновано нові заходи з раціонального водокористування на підприємстві. На теперішній час на підприємстві впроваджено систему оборотного водопостачання для охолодження компресорного обладнання [4, 11]. Вона дозволяє багаторазово використовувати воду в технологічному циклі охолодження і зменшує загальний водовідбір з артезіанських свердловин. Також на підприємстві здійснено установку лічильників-витратомірів з дистанційною передачею даних на кожній експлуатаційній свердловині для автоматизованого обліку фактичних обсягів водовідбору і запобігання перевищенню встановлених лімітів [4, 11]. У роботі пропонується додатково впровадити на підприємстві наступні заходи:

– повторне використання очищених технологічних стоків. Очищена вода після проекрованої технологічної схеми (рис. 2.2) може використовуватися для технічних потреб, а саме: мийки підлоги цеху, поливу зелених насаджень та санітарного прибирання відкритих промислових площадок. За орієнтовною оцінкою, до (60 – 70) % обсягу очищених стоків може повертатися у технологічний цикл. Це дозволить скоротити споживання чистої води з міської мережі водопостачання;

– збір і використання дощової води з покрівель будівель для технічних потреб, а саме мийки покриттів, поливу зелених насаджень. При середньорічній кількості опадів в Одесі (350 – 450) мм і площі покрівель близько 2 000 м² потенційний обсяг збору дощової води становить (700 – 900) м³/рік;

– розширення мережі спостережних свердловин до трьох (на сьогодні на підприємстві експлуатується одна спостережна свердловина). Додаткові свердловини облаштовуються за периметром промислового майданчика і дозволяють здійснювати моніторинг рівнів та хімічного складу підземних вод у різних точках зони впливу водозабору.

2.4 Організація екологічного моніторингу гідросфери

Екологічний моніторинг – це система спостережень, збирання, обробки, збереження та аналізу інформації про стан водних об'єктів, прогнозування його змін і розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень [47 - 52]. Для ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» програма виробничого екологічного моніторингу гідросфери є частиною загального комплексу екологічного менеджменту і повинна охоплювати щонайменше п'ять об'єктів спостереження (табл. 2.3).

Складено відповідно до Порядку здійснення державного моніторингу вод [29] і Правил охорони підземних вод [6].

Лабораторні дослідження виконуються власною акредитованою лабораторією підприємства за показниками, що входять до її сфери акредитації, та сторонніми акредитованими лабораторіями за показниками, що виходять за межі

компетенції власної лабораторії (наприклад, специфічні органічні забруднювачі, важкі метали в слідових кількостях). Результати моніторингу систематизуються у щорічному екологічному звіті підприємства, який є основою для коригування природоохоронних заходів.

Таблиця 2.3 – Програма виробничого екологічного моніторингу гідросфери в межах впливу підприємства

Об'єкт моніторингу	Точка відбору проб	Перелік показників	Періодичність	Нормативна вимога
Експлуатаційні свердловини № 19, 20, 21	Гирло кожної свердловини	Рівень, температура, мінералізація, рН, HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+	Рівень води – щомісяця; повний хімічний аналіз води – щоквартально	ДСТУ 878-93 [9], Правила охорони підземних вод [6]
Спостережна свердловина (1 наявна)	Гирло свердловини	Рівень, рН, мінералізація, азот амонійний, нітрати, нафтопродукти	Щомісяця	Постанова «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» [29]
Технологічні стоки (на виході з очисних споруд)	Перед скидом у каналізацію	рН, ХСК, БСК ₅ , ЗР, СПАР, мінералізація, хлориди, сульфати	Щомісяця; при аварії – негайно	Правила приймання стічних вод до системи централізованого водовідведення [45]

Поверхневий стік із майданчика	Випуск зливової каналізації	pH, ЗР, нафто-продукти	Після кожної значної зливи (≥ 10 мм)	Нормативи ГДС
Куяльницький лиман (пробний створ)	(100 – 200) м від берегу в зоні впливу	pH, мінералізація, БСК ₅ , ЗР	2 рази на рік (весна, осінь)	Постанова «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» [29]

2.5 Оцінка очікуваного екологічного ефекту від запропонованих заходів

Реалізація розробленого комплексу природоохоронних заходів дозволяє прогнозувати суттєве поліпшення екологічної ситуації, пов'язаної з діяльністю ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»». Зведену оцінку очікуваного ефекту наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Зведена оцінка очікуваного екологічного ефекту від природоохоронних заходів

Захід	Об'єкт захисту	Показник до заходу	Показник після заходу	Відносний ефект
Запровадження локальних очисних споруд для технологічних стоків	Поверхневі та підземні води	Скид нерозбавленого розсолу і стоків мийки (мінералізація ≈ 10 г/л; ХСК - (300–800) мг/л)	Очищена вода зі скидом за нормативами для каналізації (мінералізація ≤ 2 г/л; ХСК ≤ 80 мг/л)	Скорочення мінералізації скиду на (60–70) %; ХСК на (80–90) %

Повторне використання очищених стоків	Підземні та поверхневі води	Водовідбір 100 % з артезіанських свердловин	Водовідбір зменшено на (20 – 25) %	Скорочення водозабору на (20 – 25) %
Збір дощової води з покрівель	Підземні та поверхневі води	Не використовується	До (700–900) м³/рік на технічні потреби	Додаткове скорочення водозабору
Розширення мережі спостережних свердловин (з 1 до 3)	Артезіанський горизонт	Обмежений контроль	Повноцінний моніторинг рівнів і складу	Раннє виявлення відхилень
Виробничий моніторинг гідросфери	Усі водні об'єкти	Епізодичний контроль	Регулярний контроль (щомісяця/щоквартально)	Оперативне реагування на відхилення

Виконано розрахункову оцінку скорочення водовідбору при впровадженні повторного використання очищених стоків і збору дощової води:

- при поточному видобуванні $Q \approx 200$ м³/добу (умовний рівень) і повторному використанні (35 – 45) м³/добу очищених стоків та (2 – 2,5) м³/добу зібраної дощової води, чисте скорочення водозабору становитиме:

$$\Delta Q = (35 + 2,0) \div (45 + 2,5) = 37,0 \div 47,5 \text{ м}^3/\text{добу},$$

що відповідає (18,5 – 23,7) % від базового обсягу.

- річне скорочення водовідбору становитиме (13 500 – 17 300) м³/рік, що в умовах обмеженого природного поповнення верхньосарматського горизонту може стати відчутним внеском у збереження запасів родовища.

Окремою важливою складовою є внесок підприємства у відновлення Куяльницького лиману. Як користувач надр у межах об'єкта Смарагдової мережі Європи [13], ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» може долучатися до програм відновлення лиману через:

- фінансову участь у програмах подачі прісної води у пересихаючий лиман;
- організацію екологічних акцій (толок) для прибирання узбережжя із залученням місцевих громад;
- впровадження стандарту екологічного управління ISO 14004:2016 [50], який передбачає систематичний підхід до зниження екологічного впливу.

Запропонований комплекс заходів формує цілісну систему охорони гідросфери, що відповідає вимогам Водного кодексу України [24], Правил охорони підземних вод [6], Закону «Про оцінку впливу на довкілля» [35], Стратегії розвитку Одеської області [54] і кращим практикам управління водними ресурсами в харчовій промисловості Європейського Союзу.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці на ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» регламентується Законом України «Про охорону праці» [55], Кодексом цивільного захисту України [56], а також галузевими нормативними документами в сфері харчової промисловості та виробництва безалкогольних напоїв.

Технологічний процес виробництва фасованих мінеральних вод на підприємстві супроводжується низкою специфічних шкідливих і небезпечних факторів, які узагальнено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Виробничі ризики на підприємстві та заходи з їх мінімізації

Виробничий ризик	Джерело ризику	Заходи з мінімізації	Нормативна база
Підвищений шум в цеху розливу води (до 85–95 дБА)	Компресори, насоси, лінії розливу і видуву	Шумозахисні навушники або беруші, шумоізоляція приміщень	ДСТУ EN ISO 9612:2022 [57]
Підвищена відносна вологість у цеху розливу	Технологічні процеси розливу	Припливно-витяжна вентиляція, протислизькі підлогові покриття	ДСН 3.3.6.042-99 [58]
Контакт з хімічними реагентами при приготуванні розчинів для СП-мийки і дезінфекції обладнання	Робота з CRYSTAL (азотна кислота), каустичною содою, TERMO, Акватон-10, ГРІН ЛАЙН БАЗІК	Кислото-лугостійкі рукавиці, захисні окуляри, фартухи, респіратори	Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях [59]

Контакт з хімічними реагентами при прибиранні приміщень	Розчини для прибирання	Рукавиці, захисні окуляри	Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях [59]
Зберігання і використання балонів CO ₂ та O ₂	Балони на промисловій площадці за межами цеху, під дахом, з сітковою огорожею і вентиляцією, оснащені автоматикою	Розміщення балонів виключно поза приміщеннями цеху; автоматичні системи виявлення витоків; інструктаж персоналу	Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском [60]
Отруєння парами формальдегіду при видуві ПЕТ-тари з преформ	Процес високотемпературного видуву	Локальна витяжна вентиляція над лінією видуву, систематичний контроль повітря робочої зони, респіратори	Державні медико-санітарні нормативи допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони [61]

Гризуни як переносники хвороб	Складські і виробничі приміщення	Регулярна дератизація на договірній основі зі спеціалізованою організацією; герметизація отворів і щілин	Закон України «Про захист населення від інфекційних хвороб» [62], Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів». [63]
Електробезпека (підвищена вологість)	Обладнання у вологих зонах	Ступінь захисту IP54+; захисне заземлення і занулення; щорічна перевірка	ДСТУ EN 60529:2018 [64]
Робота з обертовими частинами	Насоси, компресори, лінія розливу	Огорожі обертових частин; інструктаж; блокування при відкритих кожухах	ДСТУ EN ISO 14120:2017 [65]

Особливості підприємства ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»», що відрізняють підхід до охорони праці від іншого подібного виробництва, наступні:

– скляну тару підприємство не використовує, отже відсутні ризики від контакту з гарячою водою при мийці тари і від розбиття пляшок;

– пастеризаційної установки на підприємстві немає, отже відсутні ризики від ураження електричним струмом при роботі з пастеризатором;

– очисні споруди біологічного очищення також відсутні, тому ризики, пов'язані з їх обслуговуванням (роботи в замкнених просторах з небезпекою кисневого голодування через виділення метану і сірководню), для діючого виробництва не актуальні. Однак при впровадженні запроектованих очисних споруд (Розділ 2) такі ризики можуть з'явитися і повинні бути враховані у відповідних інструкціях.

Пожежна безпека на підприємстві забезпечується відповідно до Правил пожежної безпеки в Україні [66]. На підприємстві зберігаються мастильні матеріали для обладнання, картонна та паперова упаковка, поліетиленові вироби – усі ці матеріали є горючими. Особлива увага приділяється зберіганню балонів CO₂. Вони розміщуються виключно на промисловій площадці поза приміщеннями цеху, під дахом, з сітковою огорожею і автоматичною системою сигналізації витoku газу [4]. Персонал підприємства проходить протипожежний інструктаж при прийнятті на роботу і щорічне навчання з відпрацюванням дій при евакуації.

Ергономіка робочих місць. Оператори ліній розливу виконують роботу у вимушеній позі, що призводить до статичного перевантаження м'язів спини і рук. Графік роботи передбачає регламентовані перерви кожні дві години тривалістю не менше 10 хв [67].

Освітленість робочих поверхонь у цеху розливу нормується відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 [68] – не менше 300 лк для зон контролю якості і 200 лк для зон транспортування.

Мікроклімат регулюється системами опалення і вентиляції відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 [58].

Інструктажі з охорони праці. На підприємстві передбачено такі види інструктажів [69]:

– вступний: проводить спеціаліст служби охорони праці з усіма новоприйнятими працівниками до початку роботи;

– первинний на робочому місці: проводить безпосередній керівник перед початком самостійної роботи;

– повторний: проводиться за програмою первинного інструктажу не рідше одного разу на три місяці для персоналу, що виконує роботи підвищеної небезпеки, і один раз на шість місяців для решти категорій;

– позаплановий: при введенні нових нормативних актів, зміні технологічного процесу, виявленні порушень або після нещасного випадку;

– цільовий: перед виконанням разових робіт (зварювальні, висотні, в замкнених просторах).

Документація служби охорони праці [69]:

– журнал реєстрації вступного інструктажу з охорони праці;
– журнали реєстрації первинного, повторного, позапланового і цільового інструктажів на робочих місцях;

– журнал реєстрації нещасних випадків і матеріали розслідування;
– карти оцінки ризиків для кожної групи робочих місць;
– реєстр виявлених небезпек і план коригувальних заходів;
– протоколи перевірки знань з охорони праці керівників і спеціалістів;
– протоколи вимірювань шуму, освітленості, мікроклімату і стану електроустановок;

– накази про призначення відповідальних осіб за охорону праці на ділянках;
– програми первинного інструктажу і навчання з охорони праці для кожної посади.

Усі працівники, що безпосередньо контактують із мінеральною водою і обладнанням, проходять регулярні медичні огляди і допускаються до роботи лише за відсутності інфекційних захворювань [70]. На підприємстві передбачені роздягальні, кімната прийому їжі, туалети та душові.

Відповідальність за організацію роботи з охорони праці покладено на службу охорони праці підприємства. Ергономічний аналіз робочих місць і оцінка ризиків переглядаються щорічно або позапланово після нещасних випадків. Звіт про стан охорони праці подається до Державної служби України з питань праці у встановленому порядку.

РОЗДІЛ 4

ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» входить до переліку об'єктів, що підпадають під дію Кодексу цивільного захисту України [56]. На підприємстві здійснюється планування заходів цивільного захисту з урахуванням специфіки виробництва і розташування.

Можливі надзвичайні ситуації на підприємстві:

- аварійний розлив концентрованих розчинів кислот або лугів з ємностей реагентного господарства. Це загрожує забрудненням ґрунту і дренажних вод;
- розрив трубопроводу технологічних стоків. Це загрожує забрудненням території підприємства і поверхневих водотоків;
- витік CO₂ або O₂ з балонів на промисловій площадці: Це створює ризик задухи персоналу при високих концентраціях;
- поломка свердловинного обладнання з порушенням герметичності затрубного простору. Виникає можливість для міжпластових перетоків і забруднення водоносного горизонту;
- пошкодження виробничої інфраструктури внаслідок збройного конфлікту або терористичних актів. Це особливо актуально в умовах сучасної ситуації в Україні;
- стихійні явища (сильні зливи, шквали), характерні для Одеської області і пов'язані з кліматичними змінами.

Класифікація надзвичайних ситуацій здійснюється відповідно до «Порядку класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями» [71]. Розливи хімічних речовин обсягом до 10 т та аварії на водогосподарських спорудах без значних збитків відносяться до надзвичайних ситуацій об'єктового рівня.

Заходи цивільного захисту в аспекті охорони гідросфери:

- облаштування аварійних ємностей для збору технологічних стоків при відключенні запроектованих очисних споруд або переповненні ємностей;
- встановлення засувки відсікання на випусках зливової каналізації для запобігання потраплянню хімічних рідин у водотоки при аварії;

- розроблення плану ліквідації аварійних розливів хімічних реагентів зі списком засобів (сорбентів, нейтралізуючих матеріалів);
- обвалування ємностей реагентного господарства у проєктованих очисних спорудах (бетонні піддони місткістю не менше 110 % від об'єму найбільшої ємності);
- зберігання запасу нейтралізуючих агентів (кальцинований поташ, лимонна кислота) у кількості, достатній для нейтралізації найбільшого об'єму концентрованого розчину.

Склад аварійного комплекту для ліквідації розливів небезпечних рідин на підприємстві:

- сорбент сипкий (перлітовий або на основі целюлози): не менше 50 кг у герметичних мішках;
- сорбентні мати і подушки: не менше 10 шт для перекриття стоків;
- пісок сухий у відрах: 4 відра по 10 л для тимчасових дамб;
- нейтралізуючий агент (кальцинований поташ або лимонна кислота): по 5 кг кожного;
- засоби індивідуального захисту для двох осіб: кислото-лугостійкі рукавиці, захисні окуляри, фартух, гумові чоботи;
- переносний газоаналізатор для контролю повітря;
- пластиковий контейнер з кришкою об'ємом 50 л для збору забрудненого сорбенту;
- набір знаків огороження і попереджувальна стрічка [72].

Природні надзвичайні ситуації. Одеська область характеризується нерівномірним розподілом опадів протягом року. Тривалі посушливі періоди чергуються з інтенсивними зливами [12]. Підвищення інтенсивності злив у контексті кліматичних змін потребує посилення зливової каналізації підприємства, встановлення зворотних клапанів на каналізаційних випусках і збільшення об'єму зливових накопичувачів. На території підприємства відсутні приміщення з насосами та нижніх ярусів очисних споруд. Ризики їх підтоплення для діючого виробництва не актуальні. При впровадженні запроектованих очисних споруд

(Розділ 2) ці ризики потрібно буде врахувати у відповідній конструктивній документації.

Дії при сигналі «Повітряна тривога». При отриманні сигналу повітряної тривоги черговий диспетчер по внутрішньому радіозв'язку оголошує тривогу і дає вказівку персоналу припинити роботу, виконати штатну процедуру зупинки виробничих ліній і прямувати до укриття. На підприємстві відсутнє цокольне приміщення в адміністративному корпусі, тому як укриття використовується найближче до виробничих будівель захищене приміщення – підвал сусідньої адміністративної будівлі або спеціально визначена ділянка, що відповідає вимогам як просте укриття [73].

Особи, що перебувають у зоні свердловин або на промислових площадках за межами цеху і не встигають дістатися до основного укриття, мають прямувати до найближчої будівлі з перекриттям. Після відбою тривоги відновлення виробничого процесу здійснюється за затвердженою процедурою поетапного пуску обладнання.

Схема евакуації з виробничих будівель ТДВ «Куяльник» затверджується адміністрацією і розміщується на видних місцях у кожному виробничому цеху і адміністративному корпусі. Збірний пункт при евакуації розташовується на відстані не менше 50 м від виробничих будівель, за межами можливої зони розповсюдження небезпечних речовин. Відповідальний за евакуацію перевіряє наявність персоналу за списком після прибуття до збірного пункту.

Навчання персоналу з питань цивільного захисту проводиться відповідно до Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях [73]. Щорічні об'єктові тренування охоплюють усі категорії персоналу. Особлива увага приділяється навичкам першої домедичної допомоги при хімічних опіках очей і шкіри лугом або кислотою. Аптечки з нейтралізуючими засобами ((1 – 2) % розчин соди, (1 – 2) % розчин борної кислоти) і промивними розчинами розміщені у кожному виробничому цеху на доступній висоті.

Навчання з надання першої медичної допомоги проходять не всі працівники одночасно, а ті, що визначені наказом по підприємству як відповідальні за домедичну допомогу на конкретних ділянках. Це забезпечує наявність на кожній зміні щонайменше двох-трьох підготовлених працівників, що організовано через

систему ротації навчання. Щороку нова група працівників проходить курси, а раніше навчені – підтверджують навички у формі повторного інструктажу.

Обов'язковий перелік документації з цивільного захисту підприємства:

- план цивільного захисту об'єкта, погоджений з ДСНС;
- схеми евакуації персоналу з кожного будівельного об'єкта;
- наказ про призначення відповідального за цивільний захист і членів аварійно-рятувальної групи;
- журнал обліку проведення тренувань і навчань з цивільного захисту;
- паспорт безпеки небезпечних хімічних речовин (CO₂, O₂, мийні засоби, реагенти проєктованих очисних споруд);
- акти ліквідації минулих інцидентів;
- договір з акредитованою аварійно-рятувальною службою;
- журнал перевірки стану і комплектності аварійних комплектів.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ

В розділі виконано економічне обґрунтування одного з природоохоронних заходів, а саме впровадження локальної системи очищення технологічних стоків на ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» (рис. 2.2). Розрахунок виконано відповідно до методики оцінки економічної ефективності природоохоронних заходів [74] та з врахуванням підходів до економічної оцінки природокористування, визначених в роботах [75, 76].

5.1 Капітальні витрати на впровадження очисних споруд

Капітальні витрати (К) включають вартість обладнання, будівельно-монтажних робіт, проектних робіт і пуско-налагоджувальних робіт. Орієнтовний кошторис наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Кошторис капітальних витрат на впровадження локальних очисних споруд для технологічних стоків підприємства

№	Стаття витрат	Сума, тис. грн
1	Усереднювач-накопичувач (50–80 м³, з мішалкою)	250
2	Реактор-нейтралізатор з системою рН-контролю і дозування	180
3	Камера змішування + коагулятор + дозувальне обладнання	220
4	Тонкошаровий відстійник з пакетом модулів	350
5	Мікрофільтр (картриджний)	120
6	Сорбційний фільтр з активованим вугіллям	180
7	Установка часткової демінералізації (зворотній осмос низького тиску)	380
8	Камерний фільтр-прес для зневоднення осаду	220
9	Реагентне господарство (склад, обвалування, вентиляція)	150

10	Трубопроводи, запірна арматура, контрольно-вимірювальні прилади	180
11	Будівельно-монтажні роботи	350
12	Проектні і пусконаладжувальні роботи	220
Разом капітальні витрати, К		2 800

Складено за результатами проектного кошторису (орієнтовні ціни 2025 р.).

5.2 Поточні (експлуатаційні) витрати на утримання очисних споруд

Поточні витрати ($C_{\text{рік}}$) включають вартість реагентів, електроенергії, технічного обслуговування і утилізації осаду. Розрахунок наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок річних поточних витрат на утримання очисних споруд

Стаття витрат	Норма витрат	Ціна за одиницю, грн	Сума на рік, тис. грн
Сульфат алюмінію $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, т	1,5 (середнє)	8 500	12,8
Поліакриламід, кг	17	180	3,1
Сірчана кислота технічна, т	0,8	6 200	5,0
Сода каустична, т	0,5	18 000	9,0
Активоване вугілля (заміна), кг	200	95	19,0
Картриджі мікрофільтра, шт.	60	350	21,0
Електроенергія, тис. кВт·год	35	5,5	192,5
ТО та ремонт обладнання (3 % від К)	—	—	84,0
Утилізація зневодненого осаду, т	18	1 200	21,6
Лабораторний моніторинг (стічні води), аналіз	48	1 500	72,0
Лабораторний моніторинг (підземні води), аналіз	36	1 800	64,8

Заробітна плата 1 додаткового оператора (з нарахуваннями)	12 міс.	18 000	263,2
Разом поточних витрат, $C_{\text{рік}}$			768,0

5.3 Очікувана економічна вигода

Економічна вигода від реалізації заходу складається з:

- скорочення збору за спеціальне водокористування при скиді стічних вод у систему централізованого водовідведення. Ставка збору при перевищенні нормативів якості стічних вод приймається як 5-кратна базова ставка. При середньодобовому обсязі скиду 50 м^3 і річному обсязі $18\,250 \text{ м}^3$, перевищенні за мінералізацією і ХСК до впровадження заходу:

$$E_1 = (18\,250 \cdot 12,5 \cdot 5) / 1000 = 1\,140,6 \text{ тис. грн/рік (до впровадження)}$$

$$E_{1\text{після}} = 18\,250 \cdot 2,5 / 1000 = 45,6 \text{ тис. грн/рік (після впровадження)}$$

$$\text{Скорочення збору } \Delta E_1 = 1\,140,6 - 45,6 = 1\,095,0 \text{ тис. грн/рік.}$$

- скорочення збору за спеціальне водокористування при повторному використанні очищених стоків. При скороченні водовідбору на $17\,000 \text{ м}^3/\text{рік}$ при ставці збору $0,7 \text{ грн/м}^3$ для підземних мінеральних вод (без урахування підвищувальних коефіцієнтів):

$$E_2 = 17\,000 \cdot 0,7 / 1000 = 11,9 \text{ тис. грн/рік.}$$

З урахуванням коефіцієнтів для лікувальних мінеральних вод фактична вигода може бути в (5 – 10) разів вищою: орієнтовно (60–120) тис. грн/рік.

- уникнення штрафних санкцій при перевірках Держекоінспекції. Орієнтовний річний ризик штрафних санкцій при поточному режимі скиду без очищення оцінюється в (200–500) тис. грн (разовий ризик). У середньому при ймовірності реалізації ризику 25 % річний очікуваний штраф становить орієнтовно (50–125) тис. грн/рік.

Сумарна середня річна вигода становить орієнтовно: $1\,095 + 90 + 90 = 1\,275$ тис. грн/рік.

5.4 Розрахунок терміну окупності

Простий термін окупності $T_{\text{окуп}}$ розраховується за формулою:

$$T_{\text{окуп}} = K / (E_{\text{рік}} - C_{\text{рік}}). \quad (3)$$

$$T_{\text{окуп}} = 2\,800 / (1\,275 - 768) = 2\,800 / 507 \approx 5,5 \text{ років.}$$

З урахуванням дисконтування при ставці 12 % річних, дисконтований термін окупності становить орієнтовно (7 – 8) років. При нормативному строку служби обладнання 15 років чиста поточна вартість (NPV) проекту є позитивною, що підтверджує економічну доцільність впровадження заходу.

Зведений розрахунок основних показників економічної ефективності наведено в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Основні показники економічної ефективності впровадження локальних очисних споруд на підприємстві

Показник	Значення
Капітальні витрати, тис. грн	2 800
Річні поточні витрати, тис. грн	768
Річна економічна вигода, тис. грн	1 275
Чистий річний ефект, тис. грн	507
Простий термін окупності, років	5,5
Дисконтований термін окупності, років (при $r = 12\%$)	7–8
Строк служби обладнання, років	15
NPV за 15 років, тис. грн	позитивний

5.5 Аналіз ризиків не реалізації заходу

Збереження поточного стану, а саме скидання неочищених технологічних стоків у каналізацію після розведення, несе значні фінансові і репутаційні загрози для підприємства:

– перевірка Державною екологічною інспекцією з фіксацією понаднормативних скидів призводить до штрафних санкцій до 5 % від обороту

підприємства плюс зобов'язання відшкодувати шкоду водним об'єктам за методикою Мінприроди;

- призупинення дозволу на скидання стічних вод означало б зупинку виробництва, щоденні збитки від якої значно перевищують усі витрати на модернізацію;

- репутаційні ризики для харчового підприємства, що виробляє мінеральну воду в межах об'єкта Смарагдової мережі Європи, є особливо серйозними. Втрата довіри споживачів і торговельних партнерів призведе до скорочення обсягів реалізації.

Таким чином, інвестиції у запропоновану локальну систему очищення технологічних стоків слід розглядати не лише як екологічний обов'язок, а і як інструмент захисту фінансової стійкості і репутації підприємства.

ВИСНОВКИ

1. Охарактеризовано ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»» як підприємство харчової промисловості, що видобуває природну лікувально-столову хлоридну натрієву воду Куяльницького родовища (мінералізація 3,0–4,0 г/дм³) з трьох свердловин (№ 19, 20, 21) глибиною (75–90) м, та виробляє асортимент фасованої продукції в ПЕТ-тарі (1,5 л; 0,5 л; 6,0 л). Встановлено, що скляну тару і процеси її мийки на підприємстві не використовують. ПЕТ-тара видувається з преформ безпосередньо на підприємстві.

2. Проаналізовано стан навколишнього природного середовища в зоні розташування підприємства, а саме в межах Національного парку «Куяльницький» та Куяльницького лиману, який має статус водойми державного значення та входить до Смарагдової мережі Європи. Виявлено критичні екологічні проблеми лиману (обміління, гіперсолоність до 296 ‰, втрата біорізноманіття, перевищення за ХСК і БСК₅), що обумовлює підвищені природоохоронні вимоги до діяльності підприємства.

3. Визначено, що основними технологічними стоками підприємства є розсіл зворотного осмосу (38 % входу установки, (30–50) м³/добу, мінералізація ≈10 г/дм³), промивні води піщаного фільтра (8–12 м³/добу, з гідроксидом заліза), стоки щоденного промивання лінії (5–8 м³/добу), мийки підлоги цеху (1–2 м³/добу) і періодичної СІП-мийки обладнання (3–5 м³/добу в середньому, з ХСК 300–800 мг/дм³). Встановлено, що очисні споруди для цих стоків на підприємстві відсутні. Стоки розводять і скидають у каналізацію.

4. Запропоновано технологічну схему для очищення технологічних стоків підприємства. Схема передбачає роздільне очищення двох потоків: промивних вод піщаного фільтра (відстоювання + двошарова фільтрація) і об'єднаного потоку розсолу зворотного осмосу та стоків санітарної мийки (усереднення – нейтралізація – коагуляція з Al₂(SO₄)₃ – тонкошарове відстоювання – мікрофільтрація + сорбція – часткова демінералізація). Обґрунтовано вибір фізико-хімічних методів та доведено недоцільність біологічного очищення для специфіки стоків підприємства.

5. Виконано розрахунок зон санітарної охорони експлуатаційних свердловин підприємства: I пояс – 30 м (огорожений); II пояс – 206 м (мікробіологічного захисту); III пояс – 1 391 м (хімічного захисту). Запропоновано розширити мережу спостережних свердловин з однієї наявної до трьох.

6. Розроблено програму виробничого екологічного моніторингу гідросфери підприємства, що охоплює п'ять об'єктів спостереження (експлуатаційні свердловини, спостережні свердловини, технологічні стоки після очищення, поверхневий стік, контрольний створ Куяльницького лиману) з визначеною періодичністю і переліком показників.

7. Проаналізовано виробничі ризики на підприємстві з урахуванням специфіки виробництва (відсутність скляної тари, мийки тари і пастеризаційних установок) та визначено заходи з мінімізації специфічних ризиків, а саме контакту з хімічними реагентами при СІП-мийці, зберігання балонів CO₂ та O₂ на відкритій промисловій площадці, отруєння парами формальдегіду при видуві ПЕТ-тари, інфікування від гризунів-переносників.

8. Запропоновано заходи цивільного захисту з урахуванням реальних умов підприємства, а саме відсутності цокольного приміщення в адміністративному корпусі, відсутності приміщень з насосами і нижніх ярусів очисних споруд, наявності балонів CO₂ та O₂ на промисловій площадці. Визначено склад аварійного комплекту для ліквідації розливів небезпечних рідин і організацію навчання персоналу з домедичної допомоги через систему ротації.

9. Здійснено економічну оцінку впровадження локальної системи очищення технологічних стоків як одного з природоохоронних заходів. Розраховані капітальні витрати становлять 2,8 млн грн, річні поточні витрати – 768 тис. грн, очікувана річна економічна вигода – 1 275 тис. грн (переважно за рахунок скорочення збору за понаднормативні скиди). Простий термін окупності становить 5,5 року, дисконтований – (7–8) років. Чиста поточна вартість проекту за 15 років служби обладнання є позитивною.

10. Встановлено, що реалізація запропонованих природоохоронних заходів дозволяє знизити мінералізацію скидів технологічних стоків на (60–70) %, ХСК на (80–90) %, скоротити водовідбір з артезіанських свердловин на (20–25) % за

рахунок повторного використання очищених стоків, а також забезпечити дотримання вимог Водного кодексу України, Правил охорони підземних вод та зобов'язань щодо охорони об'єкта Смарагдової мережі Європи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Куяльник: офіційний сайт ТОВ «Українські мінеральні води». URL: <https://umw.com.ua/kuyalnyk/> (дата звернення: 20.10.2025).
2. Куяльник: офіційний сайт ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»». URL: <https://kuyalnyk.com.ua> (дата звернення: 20.10.2025).
3. ТДВ "Одеський завод мінеральної води "Куяльник". URL: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/00375326/ (дата звернення: 25.10.2025).
4. Стоянова С. І. Звіт з переддипломної практики, що проходила в період з 01.02.2026 р. по 21.02.2026 р. на ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник»»: рукопис. Одеса, ОНТУ, 2026. 33 с.
5. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Зі Зміною № 1. Розробник: Державний інститут «УкрНДІводоканалпроект». Введені в дію з 01.01.2014 р. наказом № 410. від 28.08.2013 р. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 298 с.
6. Правила охорони підземних вод: наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 11.05.2023, № 325. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1093-23#Text> (дата звернення: 29.10.2025).
7. Національний природний парк «Куяльницький». Одеська область. <https://wownature.in.ua/parky-i-zapovidnyky/natsionalnyy-pryrodnyy-park-kuialnytskyy/> (дата звернення: 30.10.2025).
8. Сафранов Т. А., Волков А. І., Катеруша О. В. Кількісна оцінка гідромінеральної і пелоїдної складових природно-рекреаційного потенціалу Одеської області. Український гідрометеорологічний журнал. 2010. № 7. С. 5–15.
9. ДСТУ 878-93. Води мінеральні фасовані. Технічні умови. Чинний від 1994-07-01. Київ : Держстандарт України, 1994. 321 с.

10. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації харчового ланцюга. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 39 с.

11. Ємельянова О. В. Технологічні процеси та апарати : навчально-методичний матеріал. Одеса : Одеський національний технологічний університет, 2023. URL: <https://cardfile.ontu.edu.ua> (дата звернення: 26.02.2026).

12. Шевченко О. Г. Власюк О. Оцінка вразливості та заходи з адаптації до зміни клімату. Одеса. Національний екологічний центр України. Київ: 2015. 8 с.

13. Куяльницький лиман – об'єкт Смарагдової мережі Європи: інформаційні матеріали Міндовкілля України. URL: <https://mepr.gov.ua> (дата звернення: 02.11.2025).

14. Куяльницький лиман // Житловий масив Совіньйон : офіційний сайт. URL: <https://www.sovinyon.net/uk/info/kuyalnickij-liman> (дата звернення: 02.11.2025).

15. Біланчин Я. М., Буяновський А. О., Тортік М. Й., Жанталай П. І., Адобовська М. В., Кірюшкіна Г. М., Шихалєєва Г. М. Ґрунтово-рослинний компонент природного середовища у проблемі усихання Куяльницького лиману. Вісник ОНУ. Серія: Географічні та геологічні науки. 2016. Т. 21, вип. 1. С. 56–77.

16. Екологічний паспорт Одеської області за 2024 рік. Одеса: Департамент екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації, 2025. 232 с. URL: <https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/2025/09/ekologichnyi-pasport-odeskoyi-oblasti-za-2024-rik.pdf> (дата звернення: 10.11.2025).

17. Природні лікувальні ресурси: абетка користувача : інформаційно-аналітичний довідник / за заг. ред. К. Д. Бабова, Т. М. Безверхнюк, А. Ю. Кисилевської ; ДУ «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології МОЗ України». Одеса : Поліграф, 2021. 76 с.

18. Ярмоменко С.Г., Мартинова Н.С., Козловський Р.С. Тенденції розвитку санаторно-курортного господарства Одеської області. Розвиток продуктивних сил і регіональна економіка. Випуск 55-2. 2020. С.37 - 45.

19. Дубина Д. В., Еннан А. А., Дзюба Т. П., Вакаренко Л. П., Шихалєєва Г. М. Синтаксономія галофітної рослинності Куяльницького лиману. Український ботанічний журнал. 2017. Т. 74, № 6. С. 562–573.

20. Клименко М.О., Залеський І.І. Збалансоване використання водних ресурсів: навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2016. – 337.

21. Шадура В.О., Кравченко Н.В. Водопостачання та водовідведення: навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2018. 343 с.

22. Гіроль М.М., Гіроль А.М., Гіроль А.М. Технології водовідведення промислових підприємств: навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 625 с. ISBN 978-966-327-251-1.

23. Кодекс України про надра: постанова ВР від 27.07.1994, № 132/94-ВР, зі змінами. Чинний. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994, № 36, ст.340. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 12.11.2025).

24. Водний кодекс України: постанова ВР від 06.06.1995, № 214/95-ВР, зі змінами. Чинний. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995, № 24, ст.189. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 12.11.2025).

25. Про затвердження Порядку видачі, переоформлення та припинення дії (відкликання, визнання недійсними) дозволів на спеціальне водокористування та внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 10 серпня 1992 р. №: постанова Кабінету Міністрів України від 13.03.2002, № 321, зі змінами URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/321-2002-%D0%BF#Text> (дата звернення: 15.11.2025).

26. Про затвердження Гігієнічних вимог до виробництва та обігу вод природних мінеральних і вод джерельних: наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України від 12.04.2021, № 741. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/TM068020> (дата звернення: 15.11.2026).

27. Орлов В.О., Назаров С.М., Орлова А.М. Водозабірні споруди. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2010. – 167 с.

28. Про правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів: постанова Кабінету Міністрів України від 18.12.1998, № 2024, зі змінами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2024-98-%D0%BF#Text> (дата звернення: 19.11.2025).

29. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод: постанова Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 р., № 758. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text> (дата звернення: 25.11.2025).

30. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів. ДК 005-96. Затверджено і введено в дію наказом Держстандарту України від 29.02.1996 р., № 89. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371> (дата звернення: 25.11.2025).

31. Закон України «Про управління відходами», зі змінами. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2023, № 17, ст.75. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення: 29.11.2025).

32. Про затвердження Порядку класифікації відходів та Національного переліку відходів: постанова Кабінету Міністрів України від 20.10.2023 р., № 1102, зі змінами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1102-2023-%D0%BF#Text> (дата звернення: 05.12.2025).

33. Податковий Кодекс України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, № 13-14, № 15-16, № 17, Ст.112. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text> (дата звернення: 07.12.2025).

34. ДСТУ 4462.3.01:2006 Охорона природи. Поводження з відходами. Порядок здійснення операцій. Чинний з 01.07.2007. Київ: Технічний комітет зі стандартизації «Охорона навколишнього природного середовища» (ТК 82), 2008. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=51038 (дата звернення: 08.12.2025).

35. Закон Верховної Ради України «Про оцінку впливу на довкілля», № 2059-VIII від 23.05.2017 (зі змінами). Чинний. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст.315. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> (дата звернення: 08.12.2025).

36. ЮНІДО (2024). Циркулярна економіка для промислового розвитку в Україні: дослідження стану. Відень, ЮНІДО. URL: <http://www.recpc.org/circular-economy/> (дата звернення: 12.12.2025).

37. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод: підручник. Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. – 622 с. ISBN 966-7358-24-0.

38. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2013. – 291 с. . ISBN 978-966 – 327-242-9.

39. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10), зі змінами: наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010, № 400. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (дата звернення: 03.02.2026).

40. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Розробн.: Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 30 с. URL: https://icccwc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf (дата звернення: 03.02.2026).

41. Гомеля М.Д., Глушко О.В., Камаєв В.С. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу „Очисні споруди. Основи проектування.” для напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Київ: НТУУ «КПІ», 2012. – 174 с.

42. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води. Практикум. Частина 1. [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Н.М. Толстопалова, М.І. Літинська, Т.І. Обушенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського - Електронні текстові дані (1 файл: 4,00 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 101 с.

43. Сорокіна К. Б. Технологія переробки та утилізації осадів: навч. посібник / К. Б. Сорокіна, С. Б. Козловська. Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 226 с. ISBN 978-966-695-250-2.

44. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води: підручник. Київ : Вища школа, 2005. 671 с.

45. Про затвердження Правил приймання стічних вод до системи централізованого водовідведення міста Одеси: рішення Виконавчого комітету Одеської міської ради від 30.05.2019 р., № 193, зі змінами. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/OD180457> (дата звернення: 15.02.2026).

46. Пересоляк В.Ю., Пересоляк Р.В. Установлення та розрахунок меж зон санітарної охорони навколо джерел водопостачання. Землеустрій і кадастр, №2, 2014. 11-21 с. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zik_2014_2_3 (дата звернення: 20.02.2026).

47. Екологічний моніторинг: підручник / В.Г. Сліпченко, О.В. Коваль, Л.Г. Полягушко та ін. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. 304 с.

48. Про затвердження Переліку забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод: наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 06.02.2017, № 45. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0235-17#Text> (дата звернення: 18.02.2026).

49. Про затвердження методичних рекомендацій «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря»: наказ МОЗ від 13.04.2007, № 184. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0184282-07> (дата звернення: 20.02.2026).

50. Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря: наказ Мінприроди від 10.12.2008, № 639, зі змінами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0048-09> (дата звернення: 21.02.2026).

51. Про затвердження Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру: постанова КМУ від 15.02.2002, № 175, зі змінами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/175-2002-%D0%BF#Text> (дата звернення: 21.02.2026).

52. Про затвердження Методики визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства: наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 27.10.1997, № 171, зі змінами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0285-98#Text> (дата звернення: 22.02.2026).

53. ДСТУ ISO 14004:2016 (ISO 14004:2016, IDT). Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо запровадження. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 58 с. URL: <https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/c790ccc33e9c4eacbfd9e2f854e1679f.pdf> (дата звернення: 25.02.2026).

54. Про затвердження Стратегії розвитку Одеської області на період 2021–2027 років: рішення Одеської обласної ради від 03.03.2020 № 1228-VII. Одеса, 2020. 116 с. URL: <https://oblrada.od.gov.ua/wp-content/uploads/1228-VII1.pdf> (дата звернення: 27.02.2026).

55. Закон України «Про охорону праці». Введено в дію Постановою ВР від 14.10.1992, № 2695-XII, зі змінами. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 03.03.2026).

56. Кодекс цивільного захисту України. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, № 34-35, ст. 458. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> (дата звернення: 05.03.2026).

57. ДСТУ EN ISO 9612:2022. Акустика. Визначення впливу професійного шуму. Інженерний метод. Чинний від 31.12.2023. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022. URL: https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=108845 (дата звернення: 15.03.2026).

58. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщеннях: постанова МОЗ України від 01.12.99, № 42. Київ : МТБ України, 1999. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 18.03.2026).

59. Про затвердження Правил охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях: наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України від 11.09.2012, № 1192. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 20.03.2026).

60. Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском: наказ міністерства соціальної політики України від 05.03.2018, № 333. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-18#Text> (дата звернення: 21.03.2026).

61. Про затвердження державних медико-санітарних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони: наказ Міністерства охорони здоров'я України від 09.07.2024, № 1192, зі змінами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1107-24#Text> (дата звернення: 22.03.2026).

62. Закон України «Про захист населення від інфекційних хвороб». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2000, № 29, ст. 228, зі змінами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1645-14#Text> (дата звернення: 25.03.2026).

63. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, № 19, ст. 98. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 25.03.2026).

64. ДСТУ EN 60529:2018. Ступені захисту, що забезпечуються оболонками (Код IP). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 41 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81152 (дата звернення: 27.03.2026).

65. ДСТУ EN ISO 14120:2017. Безпечність машин. Захисні огорожі. Загальні вимоги до проектування та будівництва стаціонарних і знімних захисних огорож. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 35 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=74790 (дата звернення: 28.03.2026).

66. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні: наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014, № 1417, зі змінами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 30.03.2026).

67. ДСТУ 7951:2015. Дизайн і ергономіка. Крісло оператора. Загальні ергономічні вимоги. Чинний з 01.09.2016. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 13 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=66671 (дата звернення: 02.04.2026).

68. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Діючий з 01.03.2019. Київ: Мінрегіон України, 2018. 137 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885 (дата звернення: 03.04.2026).

69. Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та Переліку робіт з підвищеною небезпекою: наказ Держнавного комітету України з нагляду за охороною праці від 26.01.2005, № 15, зі змінами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (дата звернення: 05.04.2026).

70. Про організацію та проведення обов'язкових медичних оглядів працівників певних категорій: наказ Міністерства охорони здоров'я України від 08.09.2025, № 1393. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1551-25#Text> (дата звернення: 06.04.2026).

71. Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями: постанова Кабінету Міністрів України від 24.03.2004, № 368, зі змінами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/368-2004-%D0%BF#Text> (дата звернення: 16.04.2026).

72. ДСТУ ISO 3864-1:2005. Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Частина 1. Принципи проектування знаків безпеки для робочих місць та місць громадського призначення. Діючий з 01.10.2006. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 23 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50319 (дата звернення: 18.04.2026).

73. Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях: Постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013, № 444, зі змінами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/444-2013-%D0%BF#Text> (дата звернення: 20.04.2026).

74. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр спеціальностей 101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» галузі знань 18 «Виробництво та технології» усіх форм навчання / Укладач: Лобоцька Л.Л. – Одеса: ОНАХТ, 2018. – 26 с.

75. Коренюк П. І., Федулова С. О. Економіка природокористування: навчальний посібник. Дніпропетровськ: Акцент ПП, 2014. 274 с.

76. Шаравара В.В., Любинський О.І. Ш25 Економіка природокористування: навчальний посібник. Кам'янець- Подільський: ТОВ «Друкарня «Рута», 2020. 252 с.

77. Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів вищої освіти спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» галузі знань 18 «Виробництво та технології» денної та заочної форм навчання / уклад.: С. М. Бондар, О. Л. Гаркович, М. М. Мадані, Р. І. Шевченко, Т. В. Шпирко. Одеса : ОНТУ, 2024. 21 с.