

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра геоінженерії

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК 574.24

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Анатолій КРЮЧКОВ

(підпис)

(ім'я, прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**Магістерська дисертація  
на здобуття ступеня магістра**

**зі спеціальності 101 Екологія**

(код та назва спеціальності)

**на тему: «Прогнозування впливу техногенного забруднення на води Чорного  
моря»**

**Студентка групи** ОЗ-91мп

(шифр групи)

Лушнікова М. В.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Науковий керівник** Ткачук К. К. д.т.н, професор

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання, посада)

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Консультант** Стартап-проекту Шевчук Н. А., к. т. н., доцент

(назва розділу)

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Рецензент** Данілін О.В., к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації  
немає запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань

Студентка

\_\_\_\_\_ (підпис)

Київ – 2020 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту  
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра геоінженерії  
(повна назва кафедри)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-науковою програмою  
Спеціальність (спеціалізація) – 101 Екологія («Інженерна екологія та  
ресурсозбереження»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Анатолій КРЮЧКОВ  
(підпис) (ім'я, прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ  
на магістерську дисертацію**

студентці \_\_\_\_\_ Лушнікової Марії Віталіївни  
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема дисертації «Прогнозування впливу техногенного забруднення на  
води Чорного моря».

науковий керівник дисертації Ткачук К.К., д.т.н., професор,  
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання, посада)

затверджені наказом по університету від « 03 » листопада 2020 р. №3199-с

2. Дата подання студентом дисертації « 21 » грудня 2020 р.

3. Об'єкт дослідження – негативний вплив техногенного забруднення на води  
Чорного моря.

4. Предмет дослідження – способи зменшення негативного впливу  
техногенного забруднення на акваторію чорного моря

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: описати станції біологічного  
очищення стічних вод м. Одеси; провести порівняльний аналіз способів і методів  
очищення стічних вод і природних водойм від нафтових забруднень; провести  
експериментальне отримання біосорбційних матеріалів з синтетичних і  
рослинних сорбентів; провести експериментальні дослідження ефективності  
біосорбційних матеріалів в очищенні води від нафтової плями; економічно

обґрунтувати використання біосорбційного комплексу на основі синтетичних і рослинних матеріалів; розробити стартап-проект.

6. Орієнтовний перелік графічного графічного (ілюстративного) матеріалу: схеми прибережної зони Чорного моря, графік – залежності фільтрації нафтових плям у воді, схема фільтруючого бону.

7. Орієнтовний перелік публікацій: в III науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ на тему «Екологічні проблеми акваторії Чорного моря».

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали, посада	Дата, підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Репін М.В., к.т.н., асистент		
Стартап-проект	Шевчук Н.А., к.т.н., доцент		

9. Дата видачі завдання: «01» вересня 2020 р.

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Вибір і затвердження теми.	01.09.20-07.09.20	виконано
2.	Підбір і ознайомлення з літературою	08.09.20-28.09.20	виконано
3.	Складання плану, розробка індивідуального завдання	29.09.20-12.10.20	Виконано
4.	Поглиблене вивчення літературних джерел і написання теоретичної частини.	13.10.20-09.11.20	Виконано
5.	Збір і аналітична обробка статистичного матеріалу з теми дослідження	10.11.20-23.11.20	Виконано
6.	Написання дисертації та її оформлення	24.11.20-10.12.20	Виконано
7.	Подання роботи в ДЕК та її захист	11.12.20-22.12.20	Виконано

Студентка

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Марія ЛУШНІКОВА  
(ім'я, прізвище)

Науковий керівник

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Костянтин ТКАЧУК  
(ім'я, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація містить 111 сторінок, 12 ілюстрацій, 16 таблиць та 67 джерел за переліком посилань.

**Актуальність теми дослідження.** Актуальність оцінки ступеня впливу берегових антропогенних джерел забруднення на якість морських вод Одеського району полягає в тому, що вона є одним з основних факторів вибору стратегії управління рекреаційними та біологічними ресурсами досліджуваної акваторії. Ефективність реалізації природоохоронних заходів на регіональному рівні, включаючи нормування скидів забруднених стічних вод і збільшення ступеня їх очищення, в першу чергу, визначається правильністю ранжирування берегових антропогенних джерел за ступенем їх впливу на якість вод і екологічну ситуацію в досліджуваній акваторії.

В даний час існує гостра проблема забруднення навколишнього середовища нафтою і нафтопродуктами. Це пов'язано, перш за все, з розвитком нафтової галузі. Процеси видобутку, транспортування, переробки та утилізації часто супроводжуються виділеннями шкідливих речовин в атмосферу і розливами нафтопродуктів. Таким чином, нафта і нафтопродукти потрапляють в навколишнє середовище і завдають їй значної екологічної шкоди. Страждають всі компоненти екосистеми: ґрунти, водойми, атмосфера, рослинний і тваринний світ. Безпека життєдіяльності людини знаходиться під загрозою. Різноманіття існуючих методів і активний пошук нової технології, що дозволяє ефективно боротися із забрудненнями нафтою і нафтопродуктами і при цьому володіє низькою вартістю, доводить актуальність існуючої проблеми. На даний момент існують різні способи і речовини, що дозволяють боротися із забрудненнями нафтопродуктами. Всі вони мають свої переваги і недоліки.

При виборі методу ліквідації розливу нафти, що потрапила в навколишнє середовище, потрібно виходити з наступних принципів:

- проведення робіт в найкоротші терміни;

— проведення операції з ліквідації розливу нафти не повинно завдати більшої екологічної шкоди, ніж сам аварійний розлив [1].

**Мета дослідження:** зниження антропогенного впливу забруднюючих речовин в акваторії Чорного моря на основі розробки біосорбційного комплексу очищення забруднень з поверхні води. Для досягнення зазначеної мети поставлено та вирішено такі задачі дослідження:

1. Описати станції біологічного очищення стічних вод М. Одеси.
2. Розглянути очисні споруди Іллічівського морського торгового порту.
3. Описати очисні споруди Одеського припортового заводу.
4. Проаналізувати ситуацію щодо зливової каналізації ПЗЧМ.
5. Проаналізувати ситуацію щодо дренажного стоку ПЗЧМ.
6. Розглянути відносний внесок берегових антропогенних джерел у забруднення морського середовища Одеського району.
7. Описати стік від індустріальних джерел забруднення.
8. Розглянути гідрохімічний режим.
9. Зробити інтегральну оцінку якості морських вод.
10. Провести порівняльний аналіз способів і методів очищення стічних вод і природних водойм від нафтових забруднень.
11. Розробити патентний пошук сорбційних фільтрів.
12. Провести експериментальне отримання біосорбційних матеріалів з синтетичних і рослинних сорбентів.
13. Провести експериментальні дослідження ефективності біосорбційних матеріалів в очищенні води від нафтової плями.
14. Зробити розрахунок собівартості біосорбційного комплексу на основі синтетичних і рослинних сорбентів.
15. Економічно обґрунтувати використання біосорбційного комплексу на основі синтетичних і рослинних матеріалів.

**Об'єктом дослідження** негативний вплив техногенного забруднення на води Чорного моря.

**Предметом дослідження** є прогнозування впливу техногенного забруднення на води Чорного моря.

**Структура дослідження** відповідає поставленій меті і завданням дослідження. Робота складається зі вступу, основної частини та списку використаних джерел.

**Наукова новизна отриманих результатів:** пошук та аналіз актуальних даних. Створення більш адаптованого фільтруючого бону для очистки акваторії Чорного моря.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в управлінні очисних станцій поверхневих вод Чорного моря. Розв'язані у роботі завдання дають змогу зменшити шкідливий вплив антропогенного навантаження на води Чорного моря, а саме, зменшити кількість нафтових плям в поверхневих водах акваторії.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати роботи було викладено в окремій методичній рекомендації.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** АКВАТОРІЯ ЧОРНОГО МОРЯ, ЗАБРУДНЕННЯ, НАФТОВІ ПЛЯМИ, ТЕХНОГЕННІ ЗАБРУДНЮВАЧІ, РЕКОМЕНДАЦІЇ, ЕКОЛОГІЯ.

## ABSTRACT

The master's dissertation contains 111 pages, 12 illustrations, 16 tables and 67 sources according to the list of references.

**Relevance of the research topic.** The relevance of assessing the degree of impact of coastal anthropogenic sources of pollution on the quality of marine waters of Odessa region is that it is one of the main factors in choosing a strategy for managing recreational and biological resources of the study area. The effectiveness of environmental measures at the regional level, including the regulation of discharges of polluted wastewater and increase the degree of their treatment, is primarily determined by the correct ranking of coastal anthropogenic sources by the degree of their impact on water quality and environmental situation in the study area.

Currently, there is an acute problem of environmental pollution by oil and petroleum products. This is primarily due to the development of the oil industry. The processes of extraction, transportation, processing and utilization are often accompanied by the release of harmful substances into the atmosphere and spills of petroleum products. Thus, oil and petroleum products enter the environment and cause significant environmental damage. All components of the ecosystem suffer: soils, water bodies, atmosphere, flora and fauna. The safety of human life is under threat. The variety of existing methods and the active search for new technology that can effectively combat oil and oil pollution and at the same time has a low cost, proves the urgency of the existing problem. At the moment, there are various ways and substances to combat oil pollution. They all have their advantages and disadvantages [50].

When choosing a method of liquidation of oil spills that have entered the environment, you must proceed from the following principles:

- carrying out works in the shortest possible time;
- carrying out an operation to eliminate an oil spill should not cause more environmental damage than the emergency spill itself.

**The purpose of the study:** reducing the anthropogenic impact of pollutants in the Black Sea on the basis of the development of a biosorption complex for the

purification of pollutants from the water surface. To achieve the designated goal, the following tasks were set:

1. Describe biological wastewater treatment plants in Odessa.
2. To consider the treatment facilities of Illichivsk sea trade port.
3. Describe the treatment facilities of the Odessa port plant.
4. Analyze the situation regarding storm sewer PZCHM.
5. Analyze the situation regarding the drainage runoff of PZCHM.
6. To consider the relative contribution of coastal anthropogenic sources to the pollution of the marine environment of Odessa region.
7. Describe runoff from industrial sources of pollution.
8. Consider the hydrochemical regime.
9. Make an integrated assessment of sea water quality.
10. Carry out a comparative analysis of methods and techniques for wastewater treatment and natural reservoirs from oil pollution.
11. Develop a patent search for sorption filters.
12. Conduct experimental production of biosorption materials from synthetic and vegetable sorbents.
13. Conduct experimental studies of the effectiveness of biosorption materials in water purification from oil slicks.
14. Calculate the cost of the biosorption complex based on synthetic and vegetable sorbents
15. Economically justify the use of biosorption complex based on synthetic and plant materials.

The object of study is the negative impact of man-made pollution on the waters of the Black Sea.

**The subject** of the study is to predict the impact of man-made pollution on the waters of the Black Sea.

**The structure** of the study corresponds to the purpose and objectives of the study. The work consists of an introduction, the main part and a list of sources used.

**Scientific novelty of the obtained results:** search and analysis of actual data. Creating a more adapted filter voucher for cleaning the Black Sea.

The practical significance of the obtained results lies in the management of surface water treatment plants in the Black Sea. The tasks solved in this work make it



possible to reduce the harmful effects of anthropogenic pressure on the waters of the Black Sea, namely, to reduce the number of oil slicks in the surface waters of the water area.

**Approbation of dissertation results.** The main results of the work were presented in a separate methodological recommendation.

KEY WORDS: BLACK SEA WATER, POLLUTION, OIL SPOTS, TECHNOGENIC POLLUTANTS, RECOMMENDATIONS, ECOLOGY.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	12
ВСТУП.....	13
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ АКВАТОРІЇ ОДЕСЬКОГО РАЙОНУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ .....	17
1.1 Фізико-географічна та екологічна характеристика акваторії Одеського району ПЗЧМ .....	17
1.1.2 Характеристика сучасного екологічного стану вод досліджуваного району .....	21
1.2 Характеристика антропогенних джерел забруднення акваторії одеського району ПЗЧМ.....	26
1.2.1 Станції біологічного очищення стічних вод М. Одеси .....	26
1.2.2 Очисні споруди Іллічівського морського торгового порту.....	29
1.2.3 Очисні споруди Одеського припортового заводу.....	31
1.2.4 Зливово-каналізація .....	32
1.2.6 Трансформований річковий стік як джерело антропогенного забруднення досліджуваної акваторії .....	39
1.2.7 Відносний внесок берегових антропогенних джерел у забруднення морського середовища Одеського району .....	41
1.2.8 Стік від індустріальних джерел забруднення .....	42
Висновки до розділу 1 .....	43
2 ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ І ЯКІСТЬ ВОД ОДЕСЬКОГО РАЙОНУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ. АНАЛІЗ СПОСОБІВ І МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД .....	46
2.1 Гідрохімічний режим .....	46
2.2 Інтегральна оцінка якості морських вод .....	52
2.2.1 Оцінка якості морського середовища з використанням комплексного показника її екологічного стану .....	53
2.2.2 Оцінка рівня евтрофікації морського середовища з використанням індексу E-TRIX .....	59

2.3 Порівняльний аналіз способів і методів очищення стічних вод і природних водойм від нафтових забруднень .....	62
Висновки до розділу 2.....	69
<b>3 РОЗРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ МОДЕЛІ БІОСОРБАЦІЙНИХ ФІЛЬТРІВ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ ВІД НАФТОВОЇ ПЛІВКИ</b>	<b>70</b>
3.1 Патентний пошук сорбційних фільтрів.....	70
3.2 Експериментальне отримання біосорбційних матеріалів з синтетичних і рослинних сорбентів .....	74
3.3 Проведення експериментальних досліджень ефективності біосорбційних матеріалів в очищенні води від нафтової плями .....	83
Висновки до розділу 3.....	84
<b>4 СТАРТАП-ПРОЄКТ «ВПРОВАДЖЕННЯ БІОСОРБЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ В АКВАТОРІЮ ЧОРНОГО МОРЯ»</b> .....	<b>86</b>
4.1 Опис ідеї стартап-проєкту.....	86
4.2 Аналіз конкурентного середовища.....	90
4.3 Прямі матеріальні витрати та розрахунок собівартості продукції .....	92
4.4 Витрати на оплату праці .....	96
4.5 Цільові групи потенційних клієнтів .....	97
4.7 Канали збуту .....	98
4.8 Бізнес-модель проєкту .....	98
Висновки до 4 розділу.....	99
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	<b>101</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	<b>104</b>

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

ПЗЧМ - Північно-західна частина Чорного моря;

СБО - Станція біологічної очистки;

ГДК - Гранично допустима концентрація;

КПЕС - Комплексний показник екологічного стану;

ЕН - екологічна надійність;

ЛОШ - лімітуюча ознака шкідливості;

ПДКм.р. - гранично допустима концентрація максимально разова;

ПДКс.с. - гранично допустима концентрація середньо добова;

ТЧ - тверді частинки.

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Північно-західна частина Чорного моря (ПЗЧМ) являє собою велику мілководну шельфову зону, гідрологічний і гідрохімічний режим якої формується під впливом річкового стоку Дунаю, Дніпра, Дністра і Південного Бугу. Щорічно з річковими водами в морське середовище надходить 653 тис. тонн зважених речовин, більше 8 тис. тонн органічних речовин, близько 1,9 тис. тонн азоту і 1,2 тис. тонн фосфору [1].

Крім річкового стоку на якість прибережних вод екосистеми ПЗЧМ значний вплив роблять скиди стічних вод від комунально-побутових господарств і промислових підприємств, розташованих в прибережній зоні. Щорічно комунально-побутовими підприємствами скидається в Чорне море понад 33,8 тис. тонн зважених речовин, 8,8 тис. тонн азоту, 2,6 тис. тонн фосфору, 24,1 тис. тонн нафтопродуктів [1].

Істотними джерелами забруднення морського середовища є також стоки з сільськогосподарських угідь та іригаційних систем, господарської діяльності в портах, поверхневий стік з території населених пунктів і надходження в морське середовище колекторно-дренажних вод. Останні два джерела забруднення є епізодичними і характеризуються значною мінливістю якості стічних вод.

Місто Одеса утворює головні «морські ворота» країни і являє собою розвинений портово-промисловий комплекс. У зв'язку із зростанням обсягу морських перевезень, в середині 70-х років XX ст. були створені два порти: Іллічівськ (Сухий лиман) в 30 км на південний захід від Одеси і Південний (Григорівський лиман) в 25 км на північний схід від Одеси. В Іллічівську функціонують рибний і торговий порти. У Григорівському Лимані розташовані причали Одеського припортового заводу і ряду компаній. Все це свідчить про наявність на узбережжі досліджуваного району антропогенних джерел забруднення морського середовища, що роблять значний вплив на екологічну ситуацію в досліджуваній акваторії.

Крім берегових антропогенних джерел, на якість морських вод Одеського району великий вплив робить стік трансформованих річкових вод, що надходять з Дніпра, Південного Бугу і в меншій мірі Дністра.

Узбережжя Одеського району є пляжною і санаторно-курортною зоною, де розташована велика кількість здравниць і дитячих оздоровчих установ, тому зазначений район має важливе рекреаційне значення.

До цього району примикає також Одеська банка – цінна рибогосподарська ділянка Чорного моря, де здійснюється відтворення рибних ресурсів.

Актуальність оцінки ступеня впливу берегових антропогенних джерел забруднення на якість морських вод Одеського району полягає в тому, що вона є одним з основних факторів вибору стратегії управління рекреаційними та біологічними ресурсами досліджуваної акваторії. Ефективність реалізації природоохоронних заходів на регіональному рівні, включаючи нормування скидів забруднених стічних вод і збільшення ступеня їх очищення, в першу чергу, визначається правильністю ранжирування берегових антропогенних джерел за ступенем їх впливу на якість вод і екологічну ситуацію в досліджуваній акваторії.

В даний час існує гостра проблема забруднення навколишнього середовища нафтою і нафтопродуктами. Це пов'язано, перш за все, з розвитком нафтової галузі. Процеси видобутку, транспортування, переробки та утилізації часто супроводжуються виділеннями шкідливих речовин в атмосферу і розливами нафтопродуктів. Таким чином, нафта і нафтопродукти потрапляють в навколишнє середовище і завдають їй значної екологічної шкоди. Страждають всі компоненти екосистеми: ґрунти, водойми, атмосфера, рослинний і тваринний світ. Безпека життєдіяльності людини знаходиться під загрозою. Різноманіття існуючих методів і активний пошук нової технології, що дозволяє ефективно боротися із забрудненнями нафтою і нафтопродуктами і при цьому володіє низькою вартістю, доводить актуальність існуючої проблеми. На даний момент існують різні способи і речовини, що дозволяють боротися із забрудненнями нафтопродуктами. Всі вони мають свої переваги і недоліки [50].

При виборі методу ліквідації розливу нафти, що потрапила в навколишнє середовище, потрібно виходити з наступних принципів:

- проведення робіт в найкоротші терміни;
- проведення операції з ліквідації розливу нафти не повинно завдати більшої екологічної шкоди, ніж сам аварійний розлив [51].

**Мета дослідження:** зниження антропогенного впливу забруднюючих речовин в акваторії Чорного моря на основі розробки біосорбційного комплексу очищення забруднень з поверхні води. Для досягнення зазначеної мети поставлено та вирішено такі задачі дослідження:

1. Описати станції біологічного очищення стічних вод М. Одеси.
2. Розглянути очисні споруди Іллічівського морського торгового порту.
3. Описати очисні споруди Одеського припортового заводу.
4. Проаналізувати ситуацію щодо зливової каналізації ПЗЧМ.
5. Проаналізувати ситуацію щодо дренажного стоку ПЗЧМ.
6. Розглянути відносний внесок берегових антропогенних джерел у забруднення морського середовища Одеського району.
7. Описати стік від індустріальних джерел забруднення.
8. Розглянути гідрохімічний режим.
9. Зробити інтегральну оцінку якості морських вод.
10. Провести порівняльний аналіз способів і методів очищення стічних вод і природних водойм від нафтових забруднень.
11. Розробити патентний пошук сорбційних фільтрів.
12. Провести експериментальне отримання біосорбційних матеріалів з синтетичних і рослинних сорбентів.
13. Провести експериментальні дослідження ефективності біосорбційних матеріалів в очищенні води від нафтової плями.
14. Зробити розрахунок собівартості біосорбційного комплексу на основі синтетичних і рослинних сорбентів.

15. Економічно обґрунтувати використання біосорбційного комплексу на основі синтетичних і рослинних матеріалів.

**Об'єктом дослідження** негативний вплив техногенного забруднення на води Чорного моря.

**Предметом дослідження** є прогнозування впливу техногенного забруднення на води Чорного моря.

**Структура дослідження** відповідає поставленій меті і завданням дослідження. Робота складається зі вступу, основної частини та списку використаних джерел.



# **1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ АКВАТОРІЇ ОДЕСЬКОГО РАЙОНУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ**

## **1.1 Фізико-географічна та екологічна характеристика акваторії Одеського району ПЗЧМ**

Опису гідрологічного режиму всієї північно-західної частини Чорного моря та Одеського району, зокрема, присвячено велику кількість наукової літератури, заснованої на матеріалах багаторічних досліджень, виконаних у різних науково-дослідних інститутах, та багаторічних спостережень на мережі берегових гідрометеорологічних станцій [2].

Головною особливістю всієї північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) та її Одеського району зокрема, є значна короткоперіодна та сезонна мінливість гідрологічного режиму, пов'язана з особливостями географічного розташування та кліматичними умовами, впливом річкового стоку Дніпра, Південного Бугу та систематичним розвитком вітрового прибережного апвелінгу [3].

За кліматичними даними м. Одеса відноситься до степової зони з помірно континентальним кліматом.

Середньорічна температура повітря м. Одеси складає 10,1 С°, а для зимового (грудень - лютий) і літнього (червень - серпень) періодів, відповідно, – 0,8 оС і 21,1 С° [4].

Середньомісячна температура липня – 22,4 С°. Абсолютний максимум температури повітря – 38,0 С°. Січнева середньомісячна температура повітря в межах регіону становить – 1,7 С°. Абсолютний мінімум температури – мінус 29 оС. Середньорічна амплітуда температури близько 25 С°. Тривалість безморозного періоду становить 180-210 днів.

Мінімальна температура морської води спостерігається в лютому і становить 1,2 С°. Починаючи з березня вода поступово прогрівається і її температура досягає максимальних значень в серпні. У літній час вода біля

берега холодніше, ніж у відкритій частині моря, що пов'язано з вітровим апвелінгом при змінних вітрах [5]. Починаючи з вересня, вода поступово охолоджується до кінця лютого, коли її температура досягає мінімальних значень.

В акваторії ПЗЧМ існує постійна фоновая циркуляція вод циклонічного характеру (основний Чорноморський потік) зі швидкістю, що не перевищує 0,3 м/с. Одним з основних фізичних факторів, що визначають короткоперіодну і синоптичну мінливість циркуляції вод досліджуваного району, є вітер.

Над акваторією Чорного моря переважають вітри Північнозахідного, західного і південно-західного напрямків, пов'язані з особливостями атмосферної циркуляції [6]. У холодне півріччя, коли посилюється циклонічна діяльність над Середземним морем і часто формується стаціонарний антициклон над Східною Європою, в районі Чорного моря, і особливо в Північній і західній його частинах, виникають північно-східні вітри. У перехідні сезони, коли циклони полярного фронту проходять над територією Болгарії або трохи північніше, створюються умови сприятливі для виникнення південно-східних і східних вітрів. У літні місяці на узбережжі виникає бризова циркуляція – вдень вітри дмуть з моря на сушу, вночі – з суші на море.

В районі Одеси найбільшу повторюваність має вітер західного напрямку (22,5 %) [5].

Вітри Північного, Північно-Західного і південного напрямків мають практично однакову повторюваність (близько 14 %). Сумарна повторюваність вітрів північних румбів протягом усього року становить 34,6%. Переважання вітрів північних напрямків найбільш виражено в зимовий і літній періоди з повторюваністю, відповідно, 37,8% і 34,8 %. Для весняного періоду (березень-травень) характерне поступове зменшення північно-східного, північного і північно-західного переносів і посилення впливу вітрів південного і південно-східного напрямків.

Влітку південні вітри мають приблизно однакову повторюваність з північними і північно-західними вітрами. Восени збільшується повторюваність північного і північно-східного вітрів.

У районі Одеси спостерігаються досить значні швидкості вітрів. Середньорічна швидкість вітру становить 4,6 м/с.

Вітри Північного, північно-східного і східного напрямків сприяють формуванню постійного циклонічного потоку вод на акваторії ПЗЧМ, посилюючи його інтенсивність. Вітри протилежних румбів, навпаки, послаблюють цей потік. При тривалому впливі вони можуть викликати зворотну, тобто антициклонічну циркуляцію. Швидкість вітрових течій досягає 0,5 м / с.

У досліджуваному районі відзначається також, обумовлена вітром і наявністю берегів, пошарова циркуляція вод, яка найчастіше характеризується різноспрямованими переміщеннями в 10-метровому поверхневому і глибинному шарах. У прибережних районах моря часто спостерігаються згінно-нагінні явища, які, накладаючись на визначається вітром берегову циркуляцію і фонову циклонічну циркуляцію, створюють складну картину динаміки вод, як у часі, так і в просторі.

Динаміка вод акваторії в різні гідрологічні сезони має свої характерні особливості. Так, у весняний сезон сильний вплив надає стік розпріснених вод, що надходять з Дніпровсько-Бузького лиману [7]. За даними ДМС Одеса-порт щорічно в травні відзначаються випадки підходу сильно розпріснених вод (до 3%) в район Одеси. При цьому винос прісних вод збільшує швидкість вздовжберегового потоку до 0,4 м / с. Для весняного періоду характерне поступове зменшення вітрів північно-східного і Північного напрямків і посилення впливу вітрів західних і південних румбів, які нерідко перешкоджають надходженню до узбережжя Одеси розпріснених вод. Весняний прогрів поверхневого шару води веде до формування температурної стратифікації. Наявність температурної стратифікації і присутність на поверхні распреснених вод ускладнюють в цей сезон вертикальний обмін.

Для літнього періоду характерно загальне ослаблення інтенсивності перенесення водних мас. Всі напрямки вітру в цей період приблизно рівноймовірні. У серпні, в якості переважаючого, можна виділити північно-західний напрямок вітру. Вертикальний турбулентний і дифузійний обмін в цей період утруднені через яскраво вираженої стратифікації вод. У той же час, влітку нерідко відзначаються згінно-нагінні явища.

У літній період значно знижується обсяг прісних вод, що надходять з Дніпровсько-Бузького лиману, в результаті чого відбувається поступове підвищення солоності вод поверхневого шару і ослаблення вертикальної стратифікації. На початку червня в районі мису Північний Одеський може простежуватися залишковий язик розпрісної води солоністю нижче 13 ‰, решта простору зайнято водою солоністю від 13 до 14 ‰. За 10-ти метровою ізобатою солоність вод придонного шару більше 16 ‰. Температура води в придонному шарі близько 5 - 6 °С, в той час як на поверхні вона становить 16-17 °С. Надалі, з поступовим прогріванням температура поверхневого шару води зростає, досягаючи свого максимуму в серпні. В умовах тривалого безвітря температура води на поверхні досягає 24-26 °С. На мілководді вода добре прогріта від поверхні до дна. Шар стрибка температур розташовується на глибині 9-11 м. Температура біля дна коливається в межах 7-10 °С. Солоність поверхневого шару знаходиться в інтервалі 14-16,8 ‰, придонного шару 14,5-17,7 ‰ [8].

Влітку, при домінуванні згінних північних, північно-західних і західних вітрів, в прибережній зоні Одеського району розвивається прибережний апвеллінг. Під час згону прогріта вода поверхневого шару відганяється дрейфовими течіями від берега в бік відкритого моря, а її місце, в результаті компенсаційного підтоку, займає холодна і солоніша вода з придонного шару. Зазвичай це явище має локальний характер, але іноді може охоплювати все узбережжя [9].

Охолодження верхнього прогрітого шару і руйнування шару стрибка щільності в осінній період сприяє активному конвективному обміну між

поверхневим і придонним шарами. В цей же період збільшується повторюваність північного і північно-східного вітрів, що активізують як вертикальний обмін вод, так і фонову горизонтальну циклонічну циркуляцію.

У зимовий період, при повній вертикальній і значній горизонтальній ізотермії і ізохалінності, процеси переміщення вод проходять ще активніше. У цей період акваторія знаходиться під переважаючим впливом північного і північно-східного вітрів. Однак при наявності в холодні зими льодового покриття, вплив вітру виключається і основну роль у формуванні циркуляції вод відіграє постійний основний Чорноморський потік.

#### 1.1.2 Характеристика сучасного екологічного стану вод досліджуваного району

Починаючи з 70-х років минулого століття, велика увага приділяється моніторингу за станом якості вод ПЗЧМ. Різними природоохоронними та науково-дослідними організаціями проводиться ідентифікація антропогенних джерел забруднення і моніторинг ступеня забруднення скидних вод, що надходять в морське середовище.

Районуванню акваторії ПЗЧМ за різними океанологічними факторами присвячений цілий ряд робіт. Так, районування за гідроботанічною ознакою виконано в роботі [9], де враховується своєрідність гідрологічного і гідрохімічного режимів, особливості складу, структури і розподілу фітоценозів, продуктивність макрофітів. На основі спільного обліку гідрофізичних і гідрохімічних характеристик виконано районування ПЗЧМ в роботі [10]. В [11] виконано районування ПЗЧМ із залученням інформації про процеси, що протікають на межі вода-донні відкладення. У зазначених роботах Одеський район виділений як окрема ділянка ПЗЧМ, що характеризується специфічними гідрофізичними, гідрохімічними і гідробіологічними процесами.

Обсяг забруднюючих речовин антропогенного походження, що надходить в Чорне море від берегових джерел забруднення, становить близько 10-15% від

загальної кількості забруднюючих речовин, що надходять в морське середовище. Забруднення формується під впливом стаціонарних і дифузійних джерел забруднення: скиди зворотних вод від промислових підприємств, стоки з сільськогосподарських угідь і іригаційних систем, скиди муніципальних очисних споруд, господарська діяльність в портах, судноплавство. Відзначено що, основним забруднювачем морського середовища є нафтопродукти, концентрація яких в прибережній зоні може перевищувати ГДК.

За даними екологічного моніторингу ОФ Інбюм [3] гідрохімічний режим Одеського району характеризується надмірним вмістом біогенних речовин (вуглецю, азоту і фосфору), що на порядок перевищує їх середній вміст у водах Чорного моря. Ступінь забрудненості вод досліджуваного району, що характеризується відношенням величин ГПК / БПК<sub>5</sub>, вказує на переважання у водах органічних речовин антропогенного походження, деструкція яких утруднена. Домінуючим видом забруднюючих речовин Одеського району є нафтопродукти, максимальні концентрації яких зафіксовані в зонах впливу основного уздовж Берегового потоку і Одеського порту. Води району хронічно забруднені цинком і ртуттю, максимальні концентрації яких також зафіксовані в зонах безпосереднього впливу основних джерел забруднення досліджуваного району. Рівень забруднення донних відкладень є наслідком хронічного забруднення вод, уповільненого водообміну, а також наявності великої кількості зважених речовин органічного і мінерального походження, що збільшує перенесення забруднюючих речовин з води в донні відкладення.

Особливості гідрометеорологічного режиму і високий рівень трофності вод району, що складається в результаті сукупної дії річкового стоку і місцевих джерел біогенних і забруднюючих речовин, призводять до формування несприятливої екотоксикологічної обстановки [8]. Відзначається літній дефіцит кисню в придонному шарі, зниження окислювальної активності і здатності вод до самоочищення. У зв'язку з цим, у воді і донних відкладеннях відбувається накопичення забруднюючих речовин до екологічно небезпечних рівнів і порушується функціонування екосистеми.

Проникнення частини розпріснених вод з Дніпровсько-Бузького лиману навесні та прибережний вітровий апвеллінг у весняно-літній період року суттєво впливають на поточний просторовий розподіл гідрохімічних та гідробіологічних характеристик вод та його мінливість у досліджуваному районі. Розвиток цих явищ супроводжується надходженням в Одеський район додаткових кількостей біогенних і органічних речовин, що сприяють поглибленню процесу евтрофування вод і розвитку гіпоксії в прибережній зоні.

За результатами гідрохімічного моніторингу, проведеного в портах Одеса, Південний, Іллічівськ зазначено, що в окремих гаванях Одеського порту спостерігається збільшення вмісту нітратів і фосфатів, бактеріального забруднення води (по БПК<sub>5</sub>), а також зниження вмісту розчиненого кисню у водній товщі [16]. Така зміна стану водного середовища пов'язується з антропогенним впливом на якість вод господарської діяльності порту. У басейнах зі зниженим водообміном, до яких відносяться і акваторії зазначених портів, є умови для накопичення різних забруднюючих речовин в донних відкладеннях, які в свою чергу, є джерелами «вторинного» забруднення морського середовища.

Результати біотестування вод Одеської затоки [3], дозволили виявити ділянки акваторії, на яких природна морська вода періодично або постійно володіє токсичними властивостями. До таких «гарячих точок» відносяться:

— район аварійного випуску Аркадійського зливового колектора, нафтова гавань Одеського порту, ділянка на траверсі Малого Аджалицького лиману, район випуску і розсіювання стічних вод СБО «Південна». Гіперефтрофними, за результатами альготестів, визнані ділянки акваторії Одеського порту з утрудненим водообміном, поблизу точкових джерел забруднення: випуск Деволанівського аварійного колектора в практичній гавані, скидання неочищеного стоку в Хлібній гавані, випуски Одеської теплоелектроцентралі і станції очищення баластних вод.

Показник бактеріальної забрудненості морської води (Індекс ЛКП), більш ніж в 50 разів перевищує ГДК в прибережній зоні моря. Так, морська вода пляжу

«Лузанівка», де розташований дитячий оздоровчий центр «Молода гвардія», має показники бактеріального забруднення має до 240 тис. мікробних тіл на літр води, при нормі не більше 5 тис. з морської води постійно виділяються ентеровіруси гепатиту А і ротавіруси. Тому санепідслужбою міста виносяться постанови про заборону морського водокористування на всіх міських пляжах. Така ситуація пов'язується з відсутністю в циклі водообробки на міських очисних спорудах знезараження стічних вод перед скиданням їх в море, а також зі скидами зливових вод з території міста через основні зливо випуски [18].

На незадовільний стан міських пляжів вказують також результати моніторингу, проведеного ОФ Інбюм. Акваторії портів Одеса і Південний, пляжів «Лузанівка» і «Ланжерон» можна віднести до районів хронічного забруднення, оскільки в цих районах відзначається підвищений вміст нафтопродуктів, фенолів і пестицидів. У водах пляжів в. Фонтана відзначено підвищений, в порівнянні з іншими пляжами, вміст СПАВ. У меншій мірі відчувають антропогенне навантаження акваторії пляжів «Дельфін» і «Отрада».

На незадовільний стан вод Одеського району вказується в роботі, де зазначено, що у зв'язку з наявністю великої кількості антропогенних джерел, в районі спостерігається високий рівень евтрофікації вод, підвищений вміст біогенних речовин і нафтопродуктів у воді і донних відкладеннях. Така ситуація призводить до зниження окислювальної здатності морських вод, деградації процесів їх природного самоочищення. У літній період в регіоні фіксуються явища гіпоксії і, як наслідок, масові замори.

У роботах [3,10] зазначено, що до основних берегових джерел забруднення вод Одеського регіону відносяться міські станції біологічного очищення, дренажні системи колекторів протизсувних споруд, зливостоки. Зазначено, що внесок зазначених джерел забруднення становить до 30% від загального забруднення прибережних вод М.Одеси.

На думку авторів [64], значне антропогенне навантаження в Одеському районі зумовлене високою щільністю населення, яка становить для м.Одеси 344



чол/км<sup>2</sup>, а також високим рівнем господарського освоєння прибережної території і низьким забезпеченням дотримання природоохоронних вимог і правил.

Результати аналізу комплексних досліджень в зоні I і II черги берегозахисного будівництва в м. Одесі наведені в роботі [65]. Надходження біогенних речовин зі стоком дренажних вод в прибережну зону викликає підвищення концентрації поживних солей і сприяє розвитку мікрофітів і макрофітів. Це призводить до утворення додаткової кількості органічної речовини в прибережній зоні моря. Відзначено, також, що вплив дренажного стоку на якість середовища і екосистеми прибережних пляжних басейнів неоднозначно: з одного боку, високий вміст мінеральних форм азоту стимулює евтрофікацію, підвищуючи небезпеку вторинного забруднення вегетуючими водоростями, з іншого – надходячі в прибережну зону води призводять до істотного перемішування, збагачення водного середовища киснем, розбавлення бактеріального забруднення, підвищення біологічного різноманіття. Основними факторами, що визначають погіршення якості морського середовища біля одеського узбережжя, є надмірне накопичення органічної речовини і бактеріальне забруднення. Вміст нафтопродуктів, цинку і ртуті посилює негативну екотоксикологічну обстановку в прибережній зоні. Якість вод у басейнах визначається головним чином швидкістю хіміко-біологічних процесів, що протікають в екосистемі.

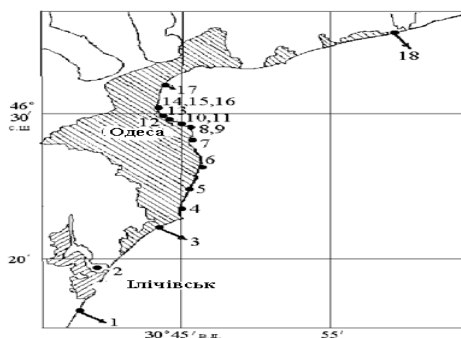
Характеристика гідрологічних і морфологічних умов Одеської затоки, просторової і сезонної мінливості основних гідрохімічних параметрів і рівня забруднення, а також основні тенденції сучасної еволюції його екосистеми наведені в роботі [66]. Також у зазначеній роботі наведено хімічний і мікробіологічний склад зливових вод, що надходять в морське середовище від основних міських зливовипусків. Результати досліджень свідчать, що внаслідок особливостей гідрології району, високого рівня фонового забруднення, зниження здатності вод до самоочищення від органічних забруднюючих речовин, а також загальної тенденції до деградації екосистеми, випуск

неочищених зливових вод в морі в межах Одеської затоки в даний час неприпустимий. Зроблено висновок про те, що скидання зливових вод в море повинна передувати глибоке очищення і дезінфекція.

## 1.2 Характеристика антропогенних джерел забруднення акваторії одеського району ПЗЧМ

### 1.2.1 Станції біологічного очищення стічних вод М. Одеси

На СБО «Південна» надходять стоки південної частини міста Одеси. Цей район, в основному, є селітебним. Скидання очищених стоків з СБО «Південна» здійснюється через розсіюючий випуск в акваторію Чорного моря на відстані 2,12 км від берега, на глибині 18,2 м. (рис. 1.1).



1 – Іллічівський морський торговельний порт (ІМТП); 2 – Портовий холодильник ІМТП; 3 – станція біологічної очистки (СБО) «Південна»; 4 – зливостік 16 ст. В. Фонтану; 5 – зливостік 10 ст. В. Фонтану; 6 – зливостік «Аркадія»; 7 – Деволановський ливневывпуск; 8 – Платонівський зливостік; 9 – портовий холодильник; 10 – СРЗ «Україна»; 11 – морвокзал Одеського порту; 12 – Андросовський зливостік; 13 – зливостоки 1 і 2 Заливних провулків; 14 – ЗАТ «Одеська цукрова компанія»; 15 – «Синтез-Ойл»; 16 – Одеська теплоелектроцентрально; 17 – СБО «Північна»; 18 – Одеський припортовий завод. Жирною лінією виділено ділянку берегової смуги, обладнаний дренажними випусками.

Рисунок 1.1 – Основні антропогенні джерела забруднення морського середовища Одеського району

На СБО «Північна» надходять стоки Центральної, Північної частини міста, в тому числі житлового масиву Котовського. У цьому районі розташована значна кількість промислових підприємств, що в свою чергу впливає на якість поступаючих на очисні споруди стічних вод. СБО «Північна» здійснює скидання стоків в Чорне море тільки в зимовий період року (середина жовтня – кінець квітня) через скидний канал на відстані 300 м від берега на глибині 3,6 м, а в літній період року (кінець квітня – середина жовтня) через Береговий випуск в Хаджибейський лиман.

В екстремальних умовах за спеціальним дозволом регіональних служб Міністерства екології та природних ресурсів України та Міністерства охорони здоров'я України можуть бути дозволені аварійні випуски в Чорне море. Така ситуація має місце починаючи з 2003 р. у разі підйому води в Хаджибейському лимані і загрози затоплення прилеглої до нього території.

Розрахована згідно [5], кратність початкового розведення для СБО «Південна» становить 4,95 разів, а для СБО «Північна» - 5,43. Довжина ділянки початкового розведення дорівнює 18 м для СБО «Південна» і 109,1 м для СБО «Північна».

Проектна продуктивність СБО «Північна» становить 146 млн.м<sup>3</sup>/рік, а СБО «Південна» - 73 млн. м<sup>3</sup>/рік.

Очищення змішаного господарсько-побутового та виробничого стоку на СБО «Північна» і «Південна» здійснюється механічними і біологічними методами.

Стічні води по напірному трубопроводу надходять в приймальну камеру, послідовно проходять пісколовку, Первинний радіальний відстійник і направляються на біологічну очистку, яка здійснюється в контактнo-стабілізаційних аеротенках на СБО «Північна» і чотирикоридорних аеротенках на СБО «Південна».

Після повної біологічної очистки стічна вода переходить у вторинний радіальний відстійник, з якого вона відводиться в водний об'єкт по скидному трубопроводу.

Пісכולовки призначені для часткового усереднення витрати стічних вод, затримання мінеральних домішок крупністю 0,20 - 0,25 мм.

У первинних радіальних відстійниках здійснюється попереднє освітлення стічних вод, виділення зважених крупнодисперсних частинок.

Процес повного біологічного очищення на СБО «Північна» протікає в контактнo-стабілізаційному аеротенку в дві стадії: перша стадія – в камері контакту сорбція забруднюючих речовин із стічних вод активним мулом; друга стадія – в камері стабілізації окислення витягнутих забруднювачів мікроорганізмами-біодеструкторами на поверхні активного мулу. Тривалість стадії контакту становить 0,8-1 год., стадії стабілізації – 4-5 год.

По відношенню до звичайного аеротенку, контактнoстабілізаційний має низку переваг і недоліків. Перевага полягає в меншому обсязі споруди, оскільки стічна вода після взаємодії з активним мулом скидається у вторинний відстійник і не бере участі в процесі біодеструкції забруднюючих речовин в камері стабілізації. Недолік полягає у відсутності повного вилучення забруднюючих речовин активним мулом в період контакту через короткочасність взаємодії, що знижує ефективність процесу очищення.

Процес повного біологічного очищення на СБО «Південна» проводиться в чотирьохкоридорному аеротенку-витіснювачі. Стічна вода підводиться в аеротенк через розподільну систему зверху. Циркулюючий активний мул подається в початок першого коридору. Аеротенки-витіснювачі володіють наступними перевагами:

- виключення впливу залпових скидів забруднювачів шляхом відведення їх в окремі секції;
- поділ (недопущення змішування) потоків очищених і брудних стічних вод.

Недоліком споруд є недостатньо високий ступінь рециркуляції активного мулу, що позначається на ефективності процесу очищення.

На обох станціях у вторинних радіальних відстійниках протікають процеси освітлення стічної води, відділення активного мулу, зважених речовин. Час процесу відстою – не менше двох годин.

Опади, надлишковий активний мул, що утворюється в результаті здійснення процесів очищення, вивозяться на мулові майданчики.

Ефективність очищення стічних вод від азоту амонійного на очисних спорудах становить в середньому 72 %, а для неорганічних сполук фосфору – в середньому 61 %. За бактеріологічними показниками на виході з очисних споруд стічні води характеризуються значним вмістом бактерій групи кишкової палички, що пов'язано з високим бактеріальним забрудненням на вході на очисні споруди і відсутністю знезараження очищених стоків, що скидаються в море

#### 1.2.2 Очисні споруди Іллічівського морського торгового порту

Очисні споруди Іллічівського морського торгового порту (ІМТП) розташовані на південь від м. Іллічівськ на відстані 2,5 км від міської межі і в 700 м від с. Санжейка.

Споруди призначені для очищення виробничих і господарсько-побутових стічних вод підприємств і населення м. Іллічівськ, з подальшим скиданням знешкоджених стоків в акваторію Чорного моря.

Відведення стічних вод проводиться через глибоководний розсіюючий випуск на відстані 2,0 км від берега. Глибина моря в районі випуску стічних вод становить 17 м.

Розрахована згідно [5] кратність початкового розведення для очисних споруд ІМТП становить 8 разів, а довжина ділянки початкового розведення дорівнює 15 м.

Проектна продуктивність очисних споруд становить 9,09 млн. м<sup>3</sup> / рік.

Очищення змішаного господарсько-побутового та виробничого стоку здійснюється механічними і біологічними методами.

Стічні води по напірному трубопроводу надходять в приймальну камеру, послідовно проходять пісכולовку, первинний радіальний відстійник. Потім очищені стоки потрапляють в двосекційний трикоридорний аеротенк для біологічного очищення з рециркуляцією активного мулу. З аеротенку біологічно очищені стоки надходять у вторинний радіальний відстійник і потім в контактний резервуар для знезараження, звідки відводяться в акваторію Чорного моря.

Механічні решітки призначені для затримання великих часток. У приймальній камері відбувається акумулювання і часткове усереднення потоку.

Пісכולовки служать для часткового усереднення витрати стічних вод, затримання плаваючих великих часток, мінеральних домішок крупністю 0,20-0,25 мм. пісכולовки працюють в почерговому режимі.

У первинних радіальних відстійниках здійснюється попереднє освітлення стічних вод, виділення нерозчинених зважених крупнодисперсних часток. Відстійники працюють в паралельному режимі, передбачений проектом час відстою – 1,5 години.

В аеротенку протікає процес повної біологічної очистки. Задіяна одна секція для біологічного очищення стоку, друга секція – для мінералізації опадів з первинних відстійників. В аварійних ситуаціях обидві секції аеротенка запускаються на біологічну очистку.

У вторинних радіальних відстійниках протікають процеси освітлення стічної води, відділення активного мулу, зважених речовин. Час процесу відстою – не менше двох годин.

У контактних резервуарах відбувається 30-хвилинне знезараження стоків. Стічні води піддаються хлоруванню тільки за епідеміологічними показниками.

За своїм складом стічні води, що надходять на очисні споруди в даний час, наближаються до господарсько-побутового стоку.

Якість скидних вод, що відводяться в море після очищення, залежить від якісного складу стічної води, що надходить на очищення і методів очищення, використовуваних на очисних спорудах.

### 1.2.3 Очисні споруди Одеського припортового заводу

Очисні споруди Одеського припортового заводу (ОПЗ) призначені для знезараження господарсько-побутових стічних вод заводу, порту і м. Южний,

Стічні води акумулюються в приймальній камері, звідки проходять послідовно через решітки-дробарки, пісколовки, первинні радіальні відстійники. Освітлена вода надходить на біологічну очистку в аеротенки-окислювачі, потім переходить у вторинні радіальні відстійники, збирається в приймальному резервуарі насосної станції, знезаражується і відводиться в Чорне море через глибоководний розсіюючий випуск на відстань 2,3 км від зрізу води. Середня глибина моря в місці випуску - 16 м.

Розрахована згідно [5] кратність початкового розведення для очисних споруд ОПЗ становить 12 разів, а довжина ділянки початкового розведення дорівнює 16 м.

Проектний обсяг очищених стічних вод, що скидаються, становить 8,5 млн. м<sup>3</sup> / рік.

Приймальна камера служить для гасіння швидкості стічних вод, що надходять і передбачає можливість відведення некондиційних стічних вод в аеротенк-усереднювач з подальшою їх подачею в голову споруд.

На решітках затримуються великі предмети (ганчірки, папір, камені та ін.), дробарки призначені для їх подрібнення.

У горизонтальних пісколовках з круговим рухом води здійснюється виділення піску в осад під дією сили тяжіння.

У первинних відстійниках відбувається видалення нерозчинених тонучих і спливаючих органічних і неорганічних забруднювачів, не затриманих ґратами і пісколовками. У відстійниках відбувається освітлення стічних вод з ефективністю до 50 %.

В аеротенках-окислювачах протікають процеси аеробного біохімічного окислення розчинених забруднювачів за допомогою активного мулу (біоценозів мікроорганізмів). Аеротенк являє собою збірний залізобетонний резервуар,

обладнаний нижніми і верхніми розподільними каналами подачі стічної води. Для перемішування і аерації активного мулу повітрям на дні аеротенка по всій його довжині прокладені фільтросні канали, перекриті фільтросними керамічними плитами для рівномірної подачі повітря. Секційна трикоридорна конструкція аеротенка передбачає можливість роботи з регенерацією циркуляційного активного мулу.

У вторинних відстійниках протікають процеси освітлення стічної води, виділення активного мулу.

Знезараження здійснюється розчином гіпохлориту натрію в трубопроводах очищених вод.

#### 1.2.4 Зливової каналізація

Місто Одеса ділиться на 3 басейни каналізування: Північний, Південний і житловий район Котовського. Кожен басейн має відокремлену схему каналізації. Кордон між Північним і Південним районами проходить по вул. Пирогівській і гілці залізниці Одеса-Головна.

Загальна площа м. Одеси за генеральним планом (1989 р.), розробленим Київським інститутом «Гіпроград», становить 17306,0 га, з них каналізовано 9845 га. Площа Південного басейну становить 3047,2 га, Північного - 5424,2 га і житлового району Котовського - 1374,1 га [6].

Територія Південного району зайнята житловою багатоповерховою забудовою, з найбільшим ступенем благоустрою в порівнянні з іншими районами міста. Частина Південного басейну каналізування проходить уздовж узбережжя зайнятого соціальними об'єктами.

Каналізування Південного району, в основному, виконано по повній роздільній системі, що передбачає окреме відведення стічних вод певної категорії (побутових, виробничих і дощових вод). Відведення дощових вод з території Південного басейну здійснюється закритою мережею колекторів зі скиданням в море трьома випусками в районі пляжу Аркадія, 10-й і 16-й станцій



в. Фонтану. Зливовипуски віддалені від лінії урізу води на 300 м. Очисні споруди на зливових колекторах відсутні.

В даний час постійно діючими зливовими випусками є випуски на 10-й і 16-й станціях в. Фонтана. Випуск зливової каналізації в Аркадії опломбований і відкривається тільки в період інтенсивного дощу (за інформацією Держінспекції з охорони північно-західної частини Чорного моря) для запобігання затоплення прилеглої території.

Розрахункова пропускна здатність зливовипусків в Аркадії, на 10-й і 16-й станціях в. Фонтану становить  $4,6 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Крім скидання поверхневих вод, через випуски зливової каналізації 10-й і 16-й станцій в. Фонтану в даний час здійснюється постійне несанкціоноване скидання неочищених побутових стічних вод з прилеглої території.

За оцінкою [7] загальний обсяг скидання зливових вод через зливовипуски 10-й і 16-й ст. в. Фонтану становить 500 тис.  $\text{м}^3/\text{рік}$ .

Річний стік зливових вод, що надходять з території Південного басейну каналізування м. Одеси, можна розрахувати за формулою [8]:

$$W = 10 * \varphi * F * H \quad (1.1)$$

де 10 – перевідний коефіцієнт;

$\varphi$  – коефіцієнт стоку дощових або снігових вод, який в розрахунках прийнятий рівним 0,35;

F – водозбірна площа території, га;

H – річна кількість опадів, мм.

Отримана за допомогою формули (1.1) Оцінка середнього річного стоку зливових вод Південного басейну каналізування склала  $4,86 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$  [4].

Північний басейн каналізування ділиться на два основних басейни – Фрунзенський і Приморський. Вододільна лінія між ними проходить по вулиці Преображенська.

Північна частина (басейн вул. Промислової, Липинської та джутової балки) представляє, в основному, промислову частину міста. Центральна частина Північного басейну каналізування являє собою упорядковані квартали.

Система каналізування цієї частини міста історично склалася як загальносплавна, що має одну водовідвідну мережу, призначену для спільного відведення стічних вод всіх типів (побутових, виробничих, дощових). На головному колекторі є сливосток (Деваланівський, Платонівський, Андросовський, 1-й і 2-й заливні провулки), через які частина суміші стічних вод скидається без очищення в море. В даний час ці випуски опломбовані (за інформацією Державної екологічної інспекції з охорони північно-західної частини Чорного моря) і тільки в період інтенсивного дощу зливі води скидаються в море через зливоскиди для запобігання аварійній ситуації в місті.

Проектна пропускна спроможність Деваланівського зливовипуску становить  $4,5 \text{ м}^3/\text{с}$ , Платонівського –  $4,6 \text{ м}^3/\text{с}$ , військового та Андросівського –  $4,05 \text{ м}^3/\text{с}$ , зливовипусків 1-го та 2-го заливних провулків –  $11 \text{ м}^3/\text{с}$ .

У період інтенсивного дощу на головну насосну станцію «Північна» надходять змішані господарсько-побутові та дощові стоки в кількостях, що перевищують проектну потужність СБО «Північна» [9], що призводить до затоплення прилеглої території. Для запобігання аварійній ситуації велика частина зливого стоку, в період випадання інтенсивних опадів, скидається безпосередньо в море без очищення.

Розрахований за формулою (1.1) середній річний стік зливових вод з Північного басейну каналізування склав  $8,66 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$ , з них безпосередньо в море через систему зливової каналізації скидається близько  $2,86 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$  неочищених стоків [4].

У північно-східній частині міста розташований житловий район Котовського і північна частина Пересипу, витягнута вздовж Миколаївської і Балтської доріг. Житловий район Котовського широким масивом розташовується вздовж Дніпропетровської дороги та вул. Добровольського. Рельєф території житлового району спокійний, з невеликим ухилом у бік Куяльницького лиману.

Каналізація житлового району Котовського передбачалася за повною роздільною схемою. В даний час побудована ділянка магістрального дощового

колектора по вул. Дніпропетровській, але через недостатність фінансування будівництво колектора припинено, а прокладена ділянка зливової каналізації затампонована. В даний час злилові стоки відводяться по рельєфу.

На кількісний і якісний склад зливогого стоку впливають як природні фактори (частота, тривалість, інтенсивність дощу, кількість опадів, тривалість періоду відсутності опадів, випаровування, фільтрація, затримання вологи рослинами), так і антропогенні фактори (наявність виробничих об'єктів на водозбірній території, кількість дорожніх покриттів і інтенсивність руху на них і ін.). Тому кількісний і якісний склад зливових вод може бути різним навіть в межах одного населеного пункту.

Таблиця 1.1 – Гідрохімічні характеристики зливових вод

Найменування речовини	Одиниця вимірювання	Концентрація	
		для м. Одеси	в середньому по Україні
БПК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	61,8	50 - 100
Азот амонійний	мг/дм <sup>3</sup>	0,36	2,6 - 6,0
Азот нітритний	мг/дм <sup>3</sup>	0,35	-
Азот нітратний	мг/дм <sup>3</sup>	1,47	-
Азот органічний	мг/дм <sup>3</sup>	8,12	-
Фосфат	мг/дм <sup>3</sup>	0,25	0,5 - 1,0
Фосфорорганічний	мг/дм <sup>3</sup>	0,13	-
Зважена речовина	мг/дм <sup>3</sup>	1501,53	1000 - 2000
СПАВ	мг/дм <sup>3</sup>	0,52	-
Нафтопродукти	мг/дм <sup>3</sup>	23,93	10 - 15
Свинець	мг/дм <sup>3</sup>	0,50	-
Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	1,13	-
Нікель	мг/дм <sup>3</sup>	0,069	-
Мідь	мг/дм <sup>3</sup>	0,24	-
Кадмій	мг/дм <sup>3</sup>	0,004	-
Ртуть	мг/дм <sup>3</sup>	0,0002	-
Загальне число мікроорганізмів	кл/мл	8300000	-
Величина колі-індексу	кл/л	1285000	-
Чисельність стрептококів	кл/л	1221500	-

Як видно з табл. 1.1, за своїми гідрохімічними і мікробіологічними показниками зливові стоки м. Одеси ідентичні недостатньо очищеним і неочищеним стічним водам промислових підприємств і міських каналізаційних колекторів. Так, вміст у зливовому стоку азоту нітритного в 18 разів вище гранично допустимого рівня для рибогосподарських водойм (ГДК – 0,02 мг/дм<sup>3</sup>). У неочищеному поверхневому стоку концентрація нафтопродуктів вище середніх значень по Україні і більш ніж в 400 разів перевищує ГДК. Концентрація СПАВ – в 5 разів вище ГДК. Також в поверхневому стоку, що надходить в море, фіксуються значні концентрації металів. Так, концентрація міді в 48 разів вище гранично допустимої (ГДК – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>), ртуті – в 2 рази (ГДК - 0,0001 мг/дм<sup>3</sup>), свинцю – в 50 разів (ГДК – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>) і цинку – в 23 рази (ГДК - 0,05 мг/дм<sup>3</sup>).

Кількісний склад забруднюючих речовин у стічних водах, що надходять в Одеський район ПЗЧМ від основних міських зливовипусків, представлений в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Кількість забруднюючих речовин, що надходять в морське середовище зі зливовими водами

Забруднююча речовина	Кількість, т / рік
Зависла речовина	11591,81
БПК 5	477,1
Нафтопродукт	184,74
СПАВ	4,01
Азот амонійний	2,78
Нітрат	11,35
Нітрит	2,7
Фосфат	1,93
Свинець	3,86
Цинк	8,72
Нікель	0,53
Мідь	1,85
Кадмій	0,03
Ртуть	0,002

### 1.2.5 Дренажний стік

Морське узбережжя м. Одеси протягом близько 22 км схильне до зсувних процесів. Для запобігання руйнування берегової смуги в 1961 р. був розроблений проект першої черги заходів по боротьбі зі зсувами, що включають в себе:

- захист існуючих і створення нових штучних пляжів з системою бун, хвилеломів і траверсів для утримання наносів і відсипання пляжних матеріалів;
- перехоплення і відведення підземних вод дренажними галереями на контакті між понтичними вапняками і меотичними глинами;
- будівництво свердловин вертикального дренажу, що скидають воду в галереї, що знаходяться нижче;
- організований відвід поверхневих вод системою нагірних каналів, лотків, перепадів;
- розвантаження верхньої частини схилів шляхом зрізання шару ґрунту потужністю до 15 м з пристроєм мінімального укосу 1:2,5 і проведенням дренажу і травосіяння.

В результаті вжитих заходів на узбережжі м. Одеси створена смуга штучних пляжів з привізного матеріалу від Ланжерона до 16 ст. в. Фонтану і далі, протяжністю близько 15 км при ширині 40-50 м.

Для утримання пляжу і оберігання від розмиву в морі на відстані 100-120 м від урізу води були побудовані підводні хвилеломи, гребінь яких заглиблений нижче середнього рівня моря на 0,6 м. Основне призначення хвилелому – гасіння енергії хвилі (від 10 до 35 % залежно від її висоти) і утримування піску штучного пляжу від виносу на великі глибини. Для забезпечення стабільного положення пляжу, акваторії між хвилеломом і берегом через 200-300 м перегороджені перпендикулярними до берега надводними спорудами – траверсами. Ці споруди не дають можливості піску переміщатися уздовж берега під дією косо підходящої хвилі. Прибережна мілина між урізом моря і хвилеломом покрита шаром піску потужністю 0,5-1,5 м. Загальна площа створених на ділянці

штучних пляжів склала 20 га. Перша черга берегозахисних споруд, протяжністю 6,2 км, охопила берегову зону від Ланжерона до Аркадії, друга (6,5 км) було продовжено до мису Великий Фонтан.

Існуючий комплекс гідротехнічних конструкцій перетворив прибережну зону моря в ланцюжок штучних басейнів різного ступеня ізолюваності, огорожених траверсами і хвилеломами із середнім об'ємом 52 тис.м<sup>3</sup>. Водобмін з водами відкритого моря здійснюється в поверхневому 50-75 см шарі уздовж хвилелома і біля краю траверсів (приблизна протяжність 15 м) в місці їх з'єднання з хвилеломом. У той же час ці ізолювані ділянки моря є водоприймачами підземних дренажних і зливових вод, що призводить до зміни і погіршення якісного складу морських вод прибережної зони м.Одеси.

Для дренажу вод понтинного водоносного горизонту на ділянці, паралельно краю обриву, пройдена підземна галерея. 195 дренажних свердловин обладнані фільтрами на всю потужність водоносного горизонту і вода з них скидається в галерею, або в товщу понтинних вапняків. З галереї дренажні води надходять у водозбірні штольні, що виходять в прибережну зону приблизно через 1 км в місцях зниження покрівлі. Всього в районі 1 і 2 черги берегозахисних споруд знаходяться 11 дренажних штолень від Одеського порту до мису Великий Фонтан, загальною протяжністю 12,7 км.

Гідротехнічні споруди першої черги протизсувних споруд включають 7 штолень, з яких дренажні води скидаються в море в басейни протизсувних споруд. Портали штолень № № 1, 2, 4, 5 і місце скидання з них дренажних вод в морі розташовані на закритих територіях. Портал штольні СРЗ-2 і лоток, по якому дренажна вода з штольні надходить в каналізаційний люк з подальшим скиданням в море, знаходиться в напівзруйнованому стані.

Друга черга протизсувних споруд від Аркадії до мису в. Фонтан включає в себе п'ять дренажних штолень. З них на закритих територіях знаходяться портали штолень №№ 7, 10 і місце скидання в море дренажних вод з штольні № 6. Для штолень № № 7, 8, 9, 10 передбачено скидання дренажних вод по лотках на траверсах за лінію хвилеломів. В даний час скидання за лінію хвилеломів

проводиться тільки з штолень №№ 9, 10, що становить близько 17% від сумарного скидання дренажних вод 1-ї і 2-ї черги протизсувних споруд. Лотки, призначені для збору дренажних вод з штолень №№ 7, 8 деформовані і вода з них стікає в басейни до лінії хвилеломів.

Дебіт штольневого стоку відчуває закономірні коливання протягом року. Відмінності між максимальним і мінімальним обсягами годинного стоку становить 8 - 12% від середньорічного значення. Максимальна витрата води через штольні відзначається в травні-червні і серпні, збігаючись з періодом максимальних опадів, мінімальна – з грудня по лютий включно. Дебіт штолень 1 і 2 черги становить 18 млн.м<sup>3</sup>/рік [13].

#### 1.2.6 Трансформований річковий стік як джерело антропогенного забруднення досліджуваної акваторії

Дніпровсько-Бузький лиман становить основну частину більш великого фізико-географічного регіону: гирлової області Дніпра і Південного Бугу.

Значний вплив на стік пониззя р. Дніпро надає господарська діяльність, а також додаткове випаровування з поверхні водосховищ. У 80-х роках, коли безповоротне водоспоживання з річки було найбільшим, стік Дніпра біля Києва був більшим, ніж у створі Каховської гідроелектростанції. У ці роки він становив відповідно 1460 і 1360 м<sup>3</sup>/с. В 90-ті роки, коли безповоротний забір води значно зменшився, фактичний стік річки став наближатися до природного і в даний час в гирлі є більшим, ніж біля Києва [14]. Усереднена величина річного стоку Дніпра становить 43,1 км<sup>3</sup> [15].

Внутрішньорічний розподіл стоку Південного Бугу визначається наявністю водопілля, зимової та літньої межень. Найбільш повноводними місяцями є березень і квітень, найменшими – вересень і жовтень. У посушливі роки бувають випадки, коли у верхів'ї річка перетворюється в окремі водойми. Особливістю Південного Бугу є значний твердий стік. Цьому сприяють розчленованість рельєфу і значні площі розораних земель, а також наявність

великої кількості ставків і водосховищ [14]. Середній стік Південного Бугу становить 3,4 км<sup>3</sup>/рік [15].

Трансформована вода Дніпра і Південного Бугу після виходу з лиману розтікається тонким шаром по поверхні моря. Течії розпрісненої води переважно спрямовані від протоки до північного краю Тендрівської коси або вздовж північного берега до Одеси. Такі виноси порівняно великих обсягів річкової води відбуваються епізодично цілий рік [16].

Основними джерелами надходження біогенних речовин у Дніпровсько-Бузький лиман є річковий стік Дніпра та Південного Бугу, промислово-комунальні та сільськогосподарські стоки, донні відкладення та біотичні складові екосистеми Дніпровсько-Бузької гирлової області.

Дністер є другою за розмірами річкою України та головною водною артерією Республіки Молдова. Загальна довжина річки становить 1362 км. Середній стік річки дорівнює 322 м<sup>3</sup>/с, але під час паводків він може істотно збільшуватися [17].

Дністер протікає через густо населену територію, а на його берегах розташовані такі промислові гіганти як Дрогобицький і Надвірнянський нафтопереробні заводи, Стребниківський калійний комбінат, а також промислові центри Тирасполь, Бендери та ін. міста Молдови. Всі ці та багато інших промислових підприємств мають значний вплив на якість вод річки Дністер.

Сукупне антропогенне навантаження на басейн річки саме по собі дуже велике, але крім цього, екологічна ситуація часто загострюється в результаті різного роду техногенних аварій. У своїй нижній течії річка Дністер впадає в Дністровський лиман.

Площа лиману становить 360 км<sup>2</sup>, середня глибина - 1,5 м, Довжина 40 км, об'єм - 540 млн.м<sup>3</sup> [18]. За своїми розмірами Дністровський лиман є найбільшим з прісноводних лиманів України.

Зона трансформації річкових вод біля виходу з Дністровського лиману невелика і непостійна. Часто спостерігаються компенсаційні течії, що призводять до повного її зникнення. При хорошому розвитку зона трансформації



витагується смугою в поверхневому шарі від Бугаза уздовж берега на південний захід. Ширина смуги зазвичай не більше 2-3 миль, а її довжина досягає 10-12 миль [15].

Формування хімічного складу води Дністра визначається регіональними факторами, внутрішньодоємними процесами, а також надходженням у річку та її притоки сільськогосподарських, побутових і промислових стоків.

#### 1.2.7 Відносний внесок берегових антропогенних джерел у забруднення морського середовища Одеського району

Аналіз наведеної інформації про кількість забруднюючих речовин, що надходять зі стічними водами антропогенних джерел забруднення, показав, що найбільш потужними з ідентифікованих джерел забруднення морського середовища є СБО «Південна» і «Північна». У сумі вони постачають в морське середовище 39% нітратів, 82% нітритів, 93% амонійного азоту, 94% фосфатів, 59% органічних речовин і 64% синтетичних поверхнево активних речовин (СПАВ) від загальної їх кількості, що надходить від антропогенних джерел.

Однак не можна нехтувати внеском інших розглянутих джерел забруднення. Так, наприклад, зі зливовими стоками в морське середовище надходить близько 91 % зваженої речовини, 31% органічних речовин, 93% нафтопродуктів і 33% СПАВ. Однак слід зазначити те, що вплив зливого стоку епізодичний і залежить від тривалості та інтенсивності випадання атмосферних опадів.

Стік дренажних вод є істотним джерелом азоту нітратів (близько 22 %). Стічні води Одеського припортового заводу поставляють в морське середовище близько 20% від загальної кількості нітратів і майже 4% фосфатів. Зі стічними водами промислових підприємств в морське середовище надходить більше 17% азоту нітратів.

Значна кількість забруднюючих речовин в морське середовище надходить від міських очисних споруд. Але слід зазначити те, що ці джерела (крім СБО «Північна») мають глибоководні випуски, віддалені від берега на відстань

більше 2 км, тому їх вплив на якість морських вод прибережної зони послаблюється значним початковим і подальшим гідродинамічним розведенням.

Навпаки, зливові та дренажні стоки, а також стоки від індустріальних джерел, в більшості своїй, мають берегові або віддалені на незначну відстань від берега випуски. Крім того, під час інтенсивного дощу або танення снігу здійснюється аварійне скидання суміші зливових і господарчо-побутових стоків зі зливовипусків центральної частини міста, що призводить до значного забруднення акваторії Одеської затоки.

#### 1.2.8 Стік від індустріальних джерел забруднення

До індустріальних джерел забруднення відносяться підприємства, що здійснюють безпосереднє скидання стічних вод в акваторію Одеської затоки. В даний час до їх числа відносяться:

— у м. Іллічівськ – портовий холодильник Іллічівського морського рибного порту (ІМРП), який має загальну систему охолодження компресорів. Для охолодження конденсаторів використовується система постачання технічною водою з акваторії Сухого лиману. Після використання технічна вода скидається через зливову каналізацію порту в Сухий лиман.

— у м. Одесі – портовий холодильник, Одеський судноремонтний завод (СРЗ «Україна»), станція кондиціонування повітря морвокзалу Одеського порту, ЗАТ «Одеська цукрова компанія», станція очищення баластних вод (СОБВ) Одеського морського торгового порту, Одеська теплоелектроцентраль (ОТЕЦ). На цих підприємствах існує повна роздільна система каналізування. Господарсько-побутові та виробничі стоки відводяться на міські очисні споруди, а технічна (морська вода), яка використовується, в основному, для охолодження різного обладнання, відводиться після очищення в акваторію Одеського порту.

На всіх підприємствах випуски технічної води розташовані в безпосередній близькості від берега. Середня глибина моря в районі випусків технічної води для підприємства ІМРП становить 2,5 м, портовий холодильник і

ЗАТ «Одеська цукрова компанія» - 3,0 м, СРЗ «Україна» - 8 м, станція кондиціонування повітря морвокзалу Одеського порту - 9,5 м, ОТЭЦ - 1,5 м. Випуск стічних вод СОБВ - береговий.

### Висновки до розділу 1

Основними факторами, що визначають погіршення якості морського середовища біля одеського узбережжя, є надмірне накопичення органічної речовини і бактеріальне забруднення. Вміст нафтопродуктів, цинку і ртуті посилює негативну екотоксикологічну обстановку в прибережній зоні. Якість вод у басейнах визначається головним чином швидкістю хіміко-біологічних процесів, що протікають в екосистемі.

Характеристика гідрологічних і морфологічних умов Одеської затоки, просторової і сезонної мінливості основних гідрохімічних параметрів і рівня забруднення, а також основні тенденції сучасної еволюції його екосистеми наведені в роботі [66]. Також у зазначеній роботі наведено хімічний і мікробіологічний склад зливових вод, що надходять в морське середовище від основних міських зливовипусків. Результати досліджень свідчать, що внаслідок особливостей гідрології району, високого рівня фонового забруднення, зниження здатності вод до самоочищення від органічних забруднюючих речовин, а також загальної тенденції до деградації екосистеми, випуск неочищених зливових вод в морі в межах Одеської затоки в даний час неприпустимий. Зроблено висновок про те, що скидання зливових вод в море повинна передувати глибоке очищення і дезінфекція.

На СБО «Південна» надходять стоки південної частини міста Одеси. Цей район, в основному, є селітебним. Скидання очищених стоків з СБО «Південна» здійснюється через розсіюючий випуск в акваторію Чорного моря на відстані 2,12 км від берега, на глибині 18,2 м.

Очисні споруди Іллічівського морського торгового порту (ІМТП) розташовані на південь від м. Іллічівськ на відстані 2,5 км від міської межі і в 700 м від с. Санжейка.

Очисні споруди Одеського припортового заводу (ОПЗ) призначені для знезараження господарсько-побутових стічних вод заводу, порту і м. Южний,

Місто Одеса ділиться на 3 басейни каналізування: Північний, Південний і житловий район Котовського. Кожен басейн має відокремлену схему каналізації. Кордон між Північним і Південним районами проходить по вул. Пирогівській і гілці залізниці Одеса-Головна.

Існуючий комплекс гідротехнічних конструкцій перетворив прибережну зону моря в ланцюжок штучних басейнів різного ступеня ізолюваності, огорожених траверсами і хвилеломами із середнім об'ємом 52 тис.м<sup>3</sup>. Водобмін з водами відкритого моря здійснюється в поверхневому 50-75 см шарі уздовж хвилелома і біля краю траверсів (приблизна протяжність 15 м) в місці їх з'єднання з хвилеломом. У той же час ці ізолювані ділянки моря є водоприймачами підземних дренажних і зливових вод, що призводить до зміни і погіршення якісного складу морських вод прибережної зони м.Одеси.

Значний вплив на стік пониззя р. Дніпро надає господарська діяльність, а також додаткове випаровування з поверхні водосховищ.

Дністер є другою за розмірами річкою України та головною водною артерією Республіки Молдова. Загальна довжина річки становить 1362 км. Середній стік річки дорівнює 322 м<sup>3</sup>/с, але під час паводків він може істотно збільшуватися

Сукупне антропогенне навантаження на басейн річки саме по собі дуже велике, але крім цього, екологічна ситуація часто загострюється в результаті різного роду техногенних аварій.

Аналіз наведеної інформації про кількість забруднюючих речовин, що надходять зі стічними водами антропогенних джерел забруднення, показав, що найбільш потужними з ідентифікованих джерел забруднення морського середовища є СБО «Південна» і «Північна». У сумі вони постачають в морське

середовище 39% нітратів, 82% нітритів, 93% амонійного азоту, 94% фосфатів, 59% органічних речовин і 64% синтетичних поверхнево активних речовин (СПАВ) від загальної їх кількості, що надходить від антропогенних джерел.

На всіх підприємствах випуски технічної води розташовані в безпосередній близькості від берега. Середня глибина моря в районі випусків технічної води для підприємства ІМРП становить 2,5 м, портовий холодильник і ЗАТ «Одеська цукрова компанія» - 3,0 м, СРЗ «Україна» - 8 м, станція кондиціонування повітря морвокзалу Одеського порту - 9,5 м, ОТЭЦ - 1,5 м. Випуск стічних вод СОБВ - береговий.

## **2 ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ І ЯКІСТЬ ВОД ОДЕСЬКОГО РАЙОНУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ. АНАЛІЗ СПОСОБІВ І МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД**

### **2.1 Гідрохімічний режим**

Гідрохімічна характеристика вод Одеського району ПЗЧМ ґрунтується на даних екологічного моніторингу Одеської філії Інституту біології південних морів НАН України [2, 3, 19, 20, 21]. В досліджуваному районі була проведена 31 комплексна зйомка акваторії, із загальним числом станцій-557. Більшість зйомок проводилися в середині гідрологічних сезонів (весна, літо, осінь, зима). Так, у травні та серпні виконано по 9 зйомок, у листопаді – 3. Інші зйомки проведені в наступні місяці: у квітні – 3, в липні – 1, у вересні – 2, в жовтні – 2, в грудні – 1 і лютому – 1. Спостереження проводилися на 42 станціях.

Для виділення ролі берегових антропогенних джерел забруднення всі станції були умовно поділені на прибережні і відкритого моря, які будемо називати мористими.

У число прибережних включалися станції № 1, 2, 6 – 14, 17, 18, 21, 22, 24, 41, безпосередньо прилеглі до берегової межі (див. 3.1). Глибина моря в районі зазначених станцій становить до 10 м. прибережні станції знаходяться під безпосереднім впливом берегових антропогенних джерел забруднення. Так, станції № 21 і 22 знаходяться в районі випуску стічних вод СБО «Південна», станції № 7 - 14 розташовані в Одеській затоці, де знаходиться Одеський морський порт і куди здійснюється скидання стічних вод з СБО «Північна» і ряду промислових підприємств. Якість морських вод в районі станцій № 1 - 6 і 26, 28, 31 формується під впливом скидання стічних вод з очисних споруд Одеського припортового заводу, а станції № 24, 41 знаходяться в зоні впливу стічних вод, що надходять від Іллічівського морського торгового порту і м.Іллічівськ.

При проведенні спостережень за станом морського середовища досліджуваного району для поверхневого і придонного шарів визначалися

наступні гідрологічні та гідрохімічні характеристики: температура води, солоність, рН, Eh, БПК<sub>5</sub>, вміст кисню, мінеральна і загальна форми азоту і фосфору, органічний вуглець, вміст СПАВ, нафтопродуктів, металів у розчиненій і зваженій формах. Всі визначення проводилися за стандартними методиками.

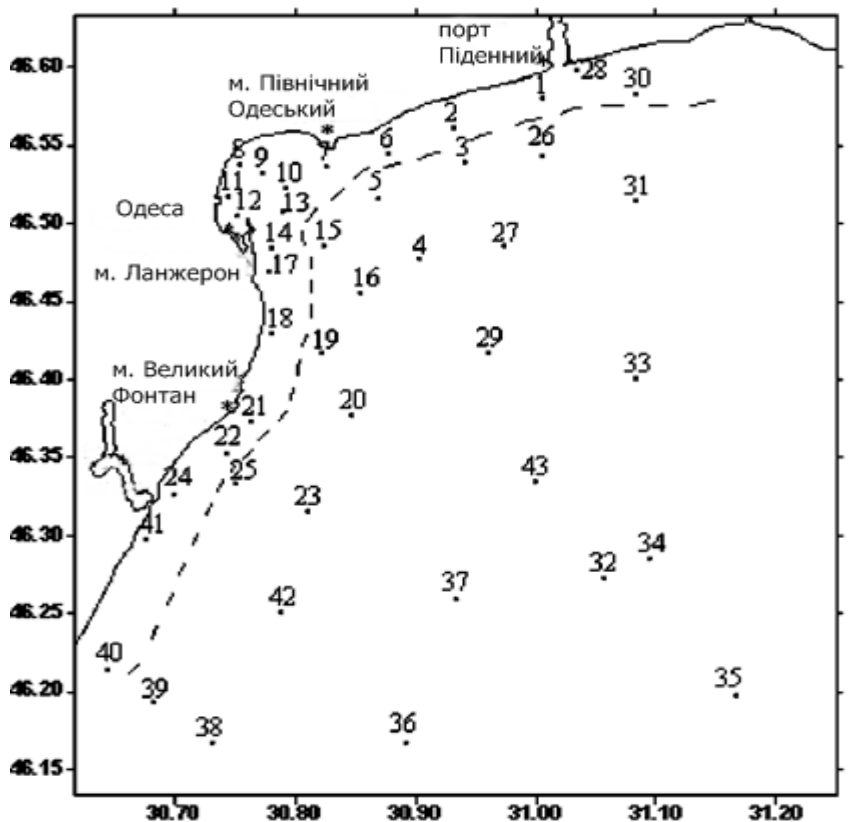


Рисунок 2.1 – Схема розташування станцій екологічного моніторингу ОФ Інбюм в Одеському районі ПЗЧМ.

Пунктирна лінія виділяє умовно прибережні станції. Усереднені значення концентрацій забруднюючих речовин за весь період спостережень наведені в табл. 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 – Середні сезонні значення гідрохімічних характеристик екологічного стану вод Одеського району

Гідролог. сезон	Станції спостереження		O <sub>2</sub>	БПК <sub>5</sub>	НП	СПАВ	Zn	Ni
			мг/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	мкг/дм <sup>3</sup>	мкг/дм <sup>3</sup>	мкг/дм <sup>3</sup>
Весна	прибережні станції	поверхн.	10,42	2,13	0,07	25,0	12,98	2,07
		дно	9,54	1,33	0,05	21,0	19,06	3,66
	Мористі станції	поверхн.	10,33	1,75	0,07	22,0	15,42	2,46
		дно	9,97	1,34	0,04	23,0	19,81	3,16
Літо	прибережні станції	поверхн.	8,34	2,46	0,07	37,0	26,84	2,47
		дно	4,18	1,65	0,05	28,0	35,35	4,52
	Мористі станції	поверхн.	8,85	2,25	0,06	33,0	19,08	2,02
		дно	4,59	1,56	0,05	24,0	33,08	4,23
Осінь	прибережні станції	поверхн.	10,56	1,64	0,04	27,0	26,32	2,43
		дно	9,52	1,05	0,03	27,0	37,95	4,33
	Мористі станції	поверхн.	10,95	1,92	0,05	27,0	16,68	2,02
		дно	9,66	1,62	0,03	28,0	21,26	3,82
Зима	прибережні станції	поверхн.	12,34	1,19	0,04	11,0	7,30	2,60
		дно	12,19	0,90	0,03	27,0	6,16	7,61
	Мористі станції	поверхн.	12,74	1,66	0,05	27,0	6,54	2,11
		дно	11,97	1,32	0,03	28,0	6,12	6,41



Таблиця 2.2 – Середні сезонні значення концентрацій біогенних речовин у водах Одеського району

Гідролог. сезон	Станції спостереження		$NH_4^+$	$NO_3^-$	$NO_2^-$	$N_{org}$	$PO_4^{3-}/P$	$P_{org}$
			мкг/дм <sup>3</sup>	мкг/дм <sup>3</sup>	мкг/дм <sup>3</sup>	мкг/дм <sup>3</sup>	мкг/дм <sup>3</sup>	мкг/дм <sup>3</sup>
Весна	прибережні станції	поверхн.	83,6	1,3	21,0	578,3	9,0	21,8
		дно	93,2	2,9	28,4	628,3	13,8	16,6
	Мористі станції	поверхн.	69,2	1,4	28,1	594,7	7,1	19,3
		дно	77,6	3,9	33,8	640,8	9,7	15,8
Літо	прибережні станції	поверхн.	164,3	2,0	51,7	668,2	17,8	40,9
		дно	189,5	5,9	50,4	648,7	29,5	40,0
	Мористі станції	поверхн.	89,6	1,8	53,5	701,5	8,9	26,6
		дно	114,1	6,6	81,1	670,2	21,4	23,9
Осінь	прибережні станції	поверхн.	109,9	7,2	73,4	729,0	27,4	21,4
		дно	92,9	6,8	90,9	720,2	24,4	18,7
	Мористі станції	поверхн.	95,1	3,8	41,3	690,8	20,0	21,7
		дно	86,6	4,1	36,6	668,0	18,6	16,3
Зима	прибережні станції	поверхн.	82,0	4,5	112,5	647,7	17,2	14,1
		дно	96,5	2,5	88,3	642,7	12,0	16,8
	Мористі станції	поверхн.	71,8	2,0	65,7	473,9	17,2	93,2
		дно	129,3	0,4	167,3	376,3	11,8	14,5

Аналізуючи середні значення гідрохімічних характеристик необхідно відзначити, що мінімальні концентрації фосфатів ( $7-9 \text{ мкг/дм}^3$ ) в поверхневому шарі спостерігаються навесні, а так само влітку в мористій частині акваторії. Концентрація амонію мінімальна навесні ( $69-78 \text{ мкг/дм}^3$ ) в мористій частині акваторії і досягає максимальних значень влітку в прибережній смузі моря (до  $164 \text{ мкг/дм}^3$  на поверхні і  $190 \text{ мкг/дм}^3$  в придонному шарі). Мінімальний вміст суми нітритів і нітратів ( $27-32 \text{ мкг/дм}^3$ ) відзначається навесні, а максимум ( $46-85 \text{ мкг/дм}^3$ ) – влітку на глибинних станціях. Протягом усього року концентрація амонійного азоту домінує над нітратами.

Вміст органічних форм азоту і фосфору у весняно-літній період року переважає над вмістом мінеральних форм (в середньому в 2-3 рази для фосфору і 3-6 разів для азоту). Восени співвідношення між органічною і мінеральною формами фосфору зменшується до 1 і менше, а для азоту співвідношення залишається колишнім. Максимальний вміст органічного азоту ( $729 \text{ мкг/дм}^3$ ) і фосфору ( $49 \text{ мкг/дм}^3$ ) відзначається восени в прибережній зоні моря.

Співвідношення між концентрацією у воді мінеральних форм азоту і фосфору N:P протягом року становить в середньому 10:1, в той час як для органічної речовини воно підвищується до 30: 1. Зміна співвідношення в бік азоту для відсталої органічної речовини може бути викликано двома причинами: меншою швидкістю мінералізації органічного азоту в порівнянні з органічним фосфором і надходженням органічного азоту з антропогенних джерел і річок в набагато більших кількостях, ніж органічного фосфору. Співвідношення мінеральних форм азоту і фосфору для антропогенних джерел становить 4:1, а для річок – 7:1.

В цілому, в прибережній смузі досліджуваної акваторії середні концентрації амонійного азоту і фосфатів в усі сезони року перевищують концентрації характерні для мористої частини акваторії. Максимальних значень це перевищення досягає в літній період в поверхневому шарі і становить 80 % для азоту амонію і 100% для фосфатів. Підвищені концентрації

цих біогенних речовин у прибережній зоні свідчать на користь суттєвої ролі берегових антропогенних джерел в евтрофуванні вод досліджуваної акваторії.

Максимальні концентрації цих біогенних речовин спостерігаються в районі випуску стічних вод СБО «Північна» і «Південна», ІМТП і ОПЗ. Прибережні води у весняно-літній період року містять менше нітратів і нітритів, ніж води відкритої частини акваторії. І тільки восени в прибережній смузі їх концентрації більше, ніж в мористій частині акваторії на 78 % – в поверхневому шарі і 148% в придонному шарі.

Відзначається нерівномірний розподіл БПК<sub>5</sub> по площі акваторії, що пояснюється впливом локальних джерел надходження органічної речовини. Навесні і влітку величина БПК<sub>5</sub> в прибережній смузі в фотичному шарі на 16% вище, ніж в мористій частині акваторії і становить в середньому 2,3 мг/л (при максимальних значеннях до 8,5 мг / дм<sup>3</sup>), що вище встановленого значення ГДК для даної характеристики [24]. Максимальні значення БПК<sub>5</sub> відзначені на станціях, що знаходяться під безпосереднім впливом берегових антропогенних джерел забруднення (СБО «Північна», «Південна», ОПЗ і ІМТП). Влітку в придонному шарі прибережних вод при розвитку вітрового прибережного апвелінгу часто відзначається наявність гіпоксії.

Домінуючим видом забруднення досліджуваної акваторії є нафтопродукти, які надходять з річковим стоком і від берегових локальних джерел. Середній вміст нафтопродуктів у весняно-літній період у поверхневому шарі вод прибережної зони становить 0,07 мг / дм<sup>3</sup>, тоді як їх вміст у водах мористої частини акваторії не перевищує значення ГДК (0,05 мг/дм<sup>3</sup>). Максимальні концентрації зафіксовані в поверхневому шарі в районі портів Одеса і Південний і досягають значення 5 ГДК. Надходження в морське середовище нафтопродуктів призводить до накопичення токсичних речовин, які в свою чергу чинять негативний вплив на гідробіоти, відповідальні за процеси самоочищення вод.

У прибережній смузі концентрації СПАВ на 15 % вище, ніж у мористій частині акваторії протягом усього року. Джерелами надходження цих

забруднюючих речовин є як постійно функціонуючі берегові антропогенні джерела, так і неочищені зливові стоки.

Джерелами надходження важких металів в морське середовище є стічні води промислових підприємств і зливові стоки. Має місце накопичення цих забруднюючих речовин в донних відкладеннях і, як результат сорбційного обміну, їх концентрації в придонному шарі вод прибережної зони вище, ніж в мористій частині акваторії протягом усього періоду спостережень. Так, концентрація цинку у придонному шарі вод прибережної зони становить в середньому  $30,3 \text{ мкг/дм}^3$ , що на 120% більше ніж у мористій частині акваторії. Концентрація нікелю в прибережній зоні в середньому на 25% вище, ніж в мористій частині і становить в середньому за весь період моніторингу  $3,4 \text{ мкг/дм}^3$ .

За даними [2], середні концентрації металів у морській воді не перевищують ГДК, проте в зонах безпосереднього впливу основних джерел забруднення вод акваторії стійко фіксується вміст цинку 1-4 ГДК, ртуті – 1-5 ГДК, а перевищення ГДК для міді і нікелю поодинокі. Перевищення ГДК для кадмію відзначається тільки в літній період і становить 1-4,5 ГДК. Як правило, переважаючою формою знаходження металів у водах акваторії є зважена. Слід зазначити, що цинк, мідь і нікель відносяться до елементів, необхідних для функціонування гідробіонтів, а кадмій участі в життєдіяльності організмів не бере і є гостротоксичним.

## 2.2 Інтегральна оцінка якості морських вод

Під якістю морської води будемо мати на увазі характеристику її складу і властивостей, яка визначає кругообіг речовин, біопродуктивність, структуру і закономірності функціонування морської екосистеми, її екологічний стан і придатність для різних типів водокористування [22]. Крім гідрохімічних характеристик природного стану морської екосистеми, якість вод визначається вмістом в них забруднюючих речовин, надходження яких обумовлено господарською діяльністю людини.

### 2.2.1 Оцінка якості морського середовища з використанням комплексного показника її екологічного стану

Для оцінки якості морського середовища Одеського району була використана методика, запропонована в роботах [23,24].

Комплексний показник екологічного стану (КПЕС) характеризує екологічну стійкість вод, а показник екологічної надійності (ЕН) – екологічну надійність вод.

Показник КПЕС враховує: концентрацію забруднюючої речовини в морській воді, значення його гранично допустимої концентрації (ГДК) і лімітуюча ознака шкідливості (ЛОШ). Для водойм рибогосподарського призначення встановлено обмеження для забруднюючих речовин, що відносяться до одного і того ж ЛПВ у вигляді:

$$\sum_{i=1}^n \left( \frac{P_i}{H_i} \right) < 1 \quad (2.1)$$

де  $P_i$ ,  $H_i$  – відповідно концентрація і норма (ГДК)  $i$ -ї речовини.

Тому для шкідливих речовин, що відносяться до однієї і тієї ж лімітуючої ознаки шкідливості  $j$  (токсикологічному (т), санітарно-токсикологічному (с.-т.), органолептичному (орг), рибогосподарському (р) і загальносанітарному (заг)), вираз для КПЕС має вигляд:

$$\text{КПЕС}_j = 1 - \sum_{i=1}^n (P_i/H_i)_j \quad (2.2)$$

Для параметрів загальних вимог, до яких відносяться розчинений кисень, рН та ін. показники, КПЕС визначається за формулою

$$\text{КПЕС}_{\text{заг.вим.}} = \left( \frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n \text{ПЕС}_i \quad (2.3)$$

де  $n$  – кількість параметрів загальних вимог;

$\text{ПЕС}_i$  – показник екологічного стану за  $i$ -ним параметром загальних вимог.

Якщо норма являє собою гранично допустимі значення параметра, то  $\text{ПЕС}_i$  обчислюється за формулою:

$$\text{ПЕС}_i = (P_i - P_{\text{н}}) / H_i \quad (2.4)$$

Якщо ж норма є мінімально допустимим значенням (наприклад, розчинений кисень), то використовується співвідношення:

$$\text{ПЕС}_i = (\text{П}_i - \text{Н}_i) / \text{Н}_i \quad (2.5)$$

Середнє значення  $\text{КПЕС}_{\text{ср}}$  знаходиться як середнє арифметичне всіх обчислених значень КПЕС.

Чим менше значення концентрації забруднюючої речовини у воді, тим вище значення КПЕС і тим вище екологічна стійкість вод до забруднення.

Оцінка екологічного стану водного об'єкта ведеться за оцінними параметрами  $\text{КПЕС}_{\text{ср}}$  і  $\text{КПЕС}_{\text{мін}}$ :

- якщо  $\text{КПЕС}_{\text{ср}}$  і  $\text{КПЕС}_{\text{мін}} > 0$ , то екологічний стан водного об'єкта оцінюється як сталий;
- якщо  $\text{КПЕС}_{\text{ср}} > 0$ , а  $\text{КПЕС}_{\text{мін}} < 0$ , то екологічний стан водної ділянки оцінюється, як стійкий в середньому з ділянками нестійкості (ділянками нестійкості можуть бути, наприклад, речовини, концентрація яких близька або дорівнює ГДК);
- якщо  $\text{КПЕС}_{\text{ср}}$  і  $\text{КПЕС}_{\text{мін}} < 0$ , то екологічний стан водного об'єкта оцінюється як нестійкий.

Екологічна надійність водного об'єкта визначається як ймовірність перевищення  $\text{КПЕС}_{\text{ср}}$  нульового значення, відповідного межі стійкості:

$$\text{ЕН} = 1 - \chi^2 / (2N - M + 0.5\chi^2), \quad (2.6)$$

де  $\chi^2$  – значення функції «хі-квадрат» при довірчій ймовірності, що приймається рівною 0,9;

$N$  – загальне число значень  $\text{КПЕС}_{\text{ср}}$ ;

$M$  – число значень  $\text{КПЕС}_{\text{ср}}$  менших критичного нульового значення.

Рівень надійності визначається наступним чином: рівень високий –  $\text{ЕН} > 0,9$ ; рівень прийнятний –  $0,9 > \text{ЕН} > 0,8$ ; рівень низький –  $\text{ЕН} < 0,8$ . Якщо розрахунок за формулою (2.6) дає негативні значення, то  $\text{ЕН}$  приймається рівною нулю. При нестійкому екологічному стані екологічна надійність дорівнює нулю.

Оцінка якості вод проводилася за такими показниками: БПК<sub>5</sub>, вміст у воді розчиненого кисню, амонійного азоту, нітратів, нітритів, фосфатів, нафтопродуктів (НП), СПАВ і важких металів (міді, цинку, нікелю, кадмію).

Серед нормативних критеріїв для різних типів водокористування більш повно екологічним вимогам відповідають рибогосподарські ГДК, оскільки при їх визначенні дослідження проводяться не тільки на рибах, а й на водоростях, мікроорганізмах, зоопланктоні, бентосних організмах, тобто на групах різного таксономічного рангу, що грають істотну роль в кругообігу речовин у водному середовищі. Результати розрахунків КПЕС, з використанням нормативних параметрів морських вод рибогосподарського призначення (табл. 2.3), для різних сезонів року наведені в табл. 3.4 [52].

Таблиця 2.3 – Нормативні значення параметрів морських вод

Параметр	O <sub>2</sub>	БПК <sub>5</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sup>3</sup>	PO <sup>3</sup>	НП	СПАВ	Cu	Zn	Ni	Cd
ЛПВ	заг. вим.		с.-г.	токсикологічний								
ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	>4	2	40	0,08	2,26	11,5	0,05	0,1	0,005	0,05	0,01	0,005

Як видно з табл. 2.3, для всіх сезонів року значення  $KПЕС_{ср}$  і  $KПЕС_{мін}$  є негативними. Тобто екологічний стан водного середовища досліджуваної акваторії в зазначений період можна оцінити як нестійкий. Найбільший внесок у забруднення морських вод дають такі речовини, як нафтопродукти, мідь, цинк. Крім того, високі значення показника БПК<sub>5</sub> свідчать про високий ступінь розвитку процесу евтрофікації вод морської екосистеми.

Так як всі значення  $KПЕС_{ср}$  негативні, то екологічна надійність в даному випадку дорівнює нулю. Оцінюючи сезонну мінливість показників екологічного стану, слід зазначити, що в літній період ступінь нестійкості вод була вище, ніж навесні і восени.

Таблиця 2.4 – Оцінка екологічного стану морських вод Одеського району за рибогосподарськими показниками

Горизонт	КПЕС	Весна	Літо	Осінь
Прибережна зона				
поверхня	КПЕС <sub>Т</sub>	-5,91	-9,63	-6,35
	КПЕС <sub>с-т</sub>	0,999	0,992	0,996
	КПЕС <sub>заг.вим.</sub>	0,09	-0,61	0,13
	КПЕС <sub>ср</sub>	-1,61	-3,08	-1,74
	КПЕС <sub>мін</sub>	-5,91	-9,63	-6,56
дно	КПЕС <sub>Т</sub>	-6,56	-8,91	-7,75
	КПЕС <sub>с-т</sub>	0,998	0,996	0,99
	КПЕС <sub>заг.вим.</sub>	0,13	-0,85	0,3
	КПЕС <sub>ср</sub>	-1,81	-2,92	-2,15
	КПЕС <sub>мін</sub>	-6,56	-8,91	-7,75
Морські станції				
поверхня	КПЕС <sub>Т</sub>	-6,04	-8,17	-5,66
	КПЕС <sub>с-т</sub>	0,997	0,996	0,998
	КПЕС <sub>общ.тр</sub>	0,1	-0,15	0,07
	КПЕС <sub>ср</sub>	-1,65	-2,44	-1,53
	КПЕС <sub>мін</sub>	-6,04	-8,17	-5,66
дно	КПЭС <sub>Т</sub>	-6,41	-8,89	-7,42
	КПЕС <sub>с-т</sub>	0,998	0,996	0,998
	КПЕС <sub>заг.вим.</sub>	0,05	-0,81	-0,42
	КПЕС <sub>ср</sub>	-1,79	-2,9	-2,28
	КПЕС <sub>мін</sub>	-6,41	-8,89	-7,42

Для порівняння екологічної нестійкості вод прибережної зони і відкритої частини моря виконувалося усереднення сезонних середніх і мінімальних значень КПЕС (табл. 2.4.). З таблиці видно, що ступінь екологічної нестійкості морських вод в прибережній зоні вище, ніж з видаленням від берега, що цілком закономірно, так як в прибережній зоні зосереджена велика кількість джерел забруднення. Також, екологічна нестійкість придонних вод більш значна, ніж поверхневих, що може свідчити про накопичення деяких забруднюючих речовин в придонному шарі води і



донних відкладеннях, які в свою чергу можуть бути джерелом вторинного забруднення води.

Таблиця 2.5 – Усереднені за річний цикл значення КПЕС

Горизонт	Прибережна полоса		Морські станції	
	(КПЭС <sub>ср</sub> ) <sub>уср</sub>	(КПЭС <sub>мін</sub> ) <sub>уср</sub>	(КПЭС <sub>ср</sub> ) <sub>уср</sub> р	(КПЭС <sub>мін</sub> ) <sub>уср</sub>
Поверхня	-2,14	-7,30	-1,87	-6,62
Дно	-2,29	-7,74	-2,32	-7,57

Крім оцінки якості морських вод за рибогосподарськими показниками, представляється цікавим подібна оцінка з використанням екологічних нормативів. В якості характеристик розвитку процесу евтрофування вод будемо розглядати концентрацію в фотичному шарі  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , БПК<sub>5</sub> і вміст  $\text{O}_2$  в придонному шарі акваторії. При розрахунку КПЕС віднесемо ці характеристики до групи параметрів загальних вимог. В якості екологічних критеріїв нормування якості морської води щодо вмісту мінеральних форм азоту і фосфору були прийняті не впливаючі на швидкість фотосинтезу їх концентрації. Аналіз літературних джерел показав, що для більшості прибережних морських екосистем, схильних до евтрофування, верхня межа лімітуючих продукцію фітопланктону концентрацій мінерального азоту і фосфору відповідає  $0,1 \text{ мгN/дм}^3$  і  $0,015 \text{ мгP/дм}^3$ , відповідно. Перевищення цих концентрацій у фотичному шарі в період вегетації свідчить про те, що внаслідок евтрофування продукція фітопланктону не регулюється вмістом у воді біогенних елементів. Для БПК<sub>5</sub> і вмісту кисню екологічні нормативні значення були прийняті відповідно до даних табл. 2.3.

У другу групу екологічних параметрів для оцінки якості морського середовища виділимо забруднюючі речовини токсичної дії: нафтопродукти, СПАВ, мідь, цинк, нікель і кадмій, для яких використовуємо нормативні показники, відповідні даним табл. 2.5. Результати розрахунків КПЕС для цих двох груп параметрів наведені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Оцінка екологічного стану морських вод за екологічними показниками

Група речовин		Літо	Середнє за рік
Прибережна зона			
Параметри загальних вимог		-3,37	-1,67
Забруднюючі речовини	Поверхня	-9,23	-7,03
	Дно	-8,43	-7,49
Морські станції			
Параметри загальних вимог		-0,92	-0,7
Забруднюючі речовини	Поверхня	-7,96	-6,45
	Дно	-8,53	-7,3

З табл. 2.6 видно, що при використанні запропонованих екологічних нормативів екологічний стан вод досліджуваної акваторії незадовільний, як за ступенем забрудненості морських вод, так і за ступенем розвитку процесу їх евтрофування.

В табл. 2.7 представлена оцінка екологічного стану різних районів ПЗЧМ за даними [26], а також розрахована оцінка екологічного стану для Одеського району. З таблиці видно, що Одеський район ПЗЧМ має найбільш низький показник екологічного стану вод з усіх розглянутих ділянок Чорного моря.

Таблиця 2.7 – Усереднена оцінка екологічного стану різних районів ПЗЧМ

Район досліджень	КПЭС <sub>ср</sub>	КПЭС <sub>мін</sub>	Оцінка стійкості	
			стійкий	надійність
Узмор'я Дністровського лиману	0,56	- 0,28	стійкий в середньому, з районами нестійкості	низька
Узмор'я Дунаю	- 0,31	- 16,85	нестійкий	0
Дніпровсько-Бузький лиман	- 0,54	- 1,24	нестійкий	0
Одеський район СЗЧМ	- 2,16	- 7,31	нестійкий	0

### 2.2.2 Оцінка рівня евтрофікації морського середовища з використанням індексу E-TRIX

Для оцінки рівня трофності вод використовувався Індекс евтрофікації-E-TRIX [27]. Перевага зазначеного показника перед використанням комплексного показника екологічного стану морського середовища полягає в тому, що при розрахунку індексу евтрофікації E-TRIX використовуються стандартні гідрохімічні та гідробіологічні характеристики екологічного стану морських вод, що визначають первинну продукцію органічної речовини або пов'язані з нею. Це дозволяє коректно проводити порівняльний аналіз екологічного стану вод різних морських акваторій за рівнем їх трофності.

Індекс E-TRIX є функцією концентрацій загального фосфору, мінеральних форм азоту, розчиненого кисню і хлорофілу «а». Останній показник характеризує наявну біомасу фітопланктону. Згідно [27], Індекс евтрофікації визначається за формулою:

$$E-TRIX = (\lg[Ch \cdot D\%O \cdot N \cdot P^{1,5}]) / 1,2 \quad (2.7)$$

де Ch-концентрація хлорофілу «а», мкг / дм<sup>3</sup>,

D%O – відхилення в абсолютних значеннях вмісту розчиненого кисню від 100% насичення;

N – концентрація розчиненої форми мінерального азоту (мкг / дм<sup>3</sup>);

P – концентрація загального фосфору, мкг / дм<sup>3</sup>.

Значення індексу E-TRIX змінюються від 0 до 10, відповідно до трофічних умов. Рівні трофності і характеристика якості вод, в залежності від величини E-TRIX, представлені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Категорії трофності та характеристика якості вод залежно від значень E-TRIX

Значення E-TRIX	Рівень трофності	Якість вод
< 4	Низький	Висока
4 - 5	Середній	Добра
5 - 6	Високий	Задовільна
6 - 10	Дуже високий	Погана

При значеннях E-TRIX, що перевищують 6, досліджувані райони моря характеризуються високим вмістом біогенних речовин, низькою прозорістю і можливістю виникнення гіпоксії в придонних шарах води. І, навпаки, при індексі евтрофікації менше 4, концентрація головних біогенних елементів незначна, води добре аеровані по всій товщі і мають високу прозорість [28].

Середні значення хіміко-біологічних характеристик якості вод, що використовуються при розрахунках індексу евтрофікації представлені в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Усереднені значення хімікобіологічних характеристик поверхневого шару вод Одеського району ПЗЧМ

Показники	Одиниця вимірювання	Прибережні станції			Мористі станції		
		весна	літо	осінь	весна	літо	осінь
Температура	°C	14,6	20,7	10,7	15,9	21,8	12,4
Солоність	‰	12,20	15,26	15,30	12,97	15,42	15,50
Розчинений кисень	мг/дм <sup>3</sup>	10,42	8,34	10,56	10,33	8,85	10,95
Насичення киснем	%	118,3	112,4	112,9	122,0	119,7	119,3
Хлорофіл «а»	мг/м <sup>3</sup>	4,781	4,924	6,892	5,145	4,241	6,430
Азот мінеральний	мкг/дм <sup>3</sup>	105,9	218,0	190,5	98,7	144,9	140,2
Фосфор загальний	мкг/дм <sup>3</sup>	30,8	58,7	48,8	26,3	35,5	41,7

Індекси E-TRIX розраховувалися за даними спостережень для кожного сезону (весна, літо, осінь), окремо для прибережних і мористих станцій. Результати розрахунку представлені в табл. 2.10 [4]. З таблиці видно, що значення індексу евтрофікації змінюється в незначних межах. Максимальні

значення індексу відзначаються в літньо-осінній період року в прибережній зоні Одеського району, що пов'язано зі значним внеском берегових антропогенних джерел забруднення в евтрофування вод акваторії. Навесні Індекс евтрофікації для прибережних і морських станцій відрізняється незначно, що пояснюється домінуючим впливом річкового стоку на весь регіон.

Таблиця 2.10 – Розраховані індекси евтрофікації E-TREX для води Одеського району ПЗЧМ

Сезон	Прибережні станції	Мористі станції
Весна	5,80	5,81
Літо	6,16	5,94
Осені	6,18	6,13

В табл. 2.11 представлені значення індексу евтрофікації E-TRIX для різних районів Чорного моря за даними [28, 29], а також розраховані для Одеського району ПЗЧМ. З таблиці випливає, що за ступенем евтрофування води Одеського району ПЗЧМ поступаються лише водам Варненської затоки і близькі до вод болгарського узмор'я Чорного моря. Характерне для району значення індексу E-TRIX становить 6.0. Індекс евтрофікації вод Севастопольського узмор'я і навіть Севастопольської бухти, на берегах якої знаходиться значна кількість антропогенних джерел евтрофування вод, істотно менше, ніж в Одеському районі, що свідчить на користь значного впливу річкового стоку на евтрофування вод досліджуваної акваторії.

Таблиця 2.11 – Значення індексу евтрофікації для різних районів Чорного моря

Район дослідження	Значення індексу евтрофікації E-TRIX
Варненська Затока	7,35
Галат	5,18
Мис Каліакра	5,07
Шкорпиловці	4,96
Болгарське узмор'я	6,19
Севастопольське узмор'я	2,46
Севастопольська бухта	3,62
Одеський район	6,00

### 2.3 Порівняльний аналіз способів і методів очищення стічних вод і природних водойм від нафтових забруднень

Нафтовмісні води поділяються на дві різні групи: перша – це води природних водойм, забруднені в результаті аварійних і не санкціонованих скидів нафтопродуктів, а також за рахунок поверхневих стоків з міських і промислових майданчиків. Друга – це стічні води, що утворюються в результаті технологічних процесів на об'єктах видобутку, зберігання, переробки і транспортування нафти, мийки будь-якого виду транспорту. Жорсткі вимоги до якості води питного і господарсько-побутового призначення за вмістом нафтопродуктів диктує необхідність видалення нафтових забруднень з поверхневих і стічних вод, які підлягають повторному використанню або зливу в природні водойми [30].

Технологічні схеми очищення від нафтопродуктів для цих груп забруднених вод відрізняються принципово. Однак об'єднує їх ефективне використання для видалення політанта на різних стадіях сорбційних матеріалів.

Нафтові сорбенти – матеріали, що застосовуються для збору нафти і нафтопродуктів з поверхні водойм [31]. Для визначення якості нафтових сорбентів використовують три основні показники: нафтопоглинання,

водопоглинання, плавучість. Ефективність сорбентів для збору нафти оцінюють в першу чергу за значенням нафтоємності. Високе водопоглинання можна усунути практично для всіх матеріалів додатковою гідрофобізацією. Матеріали з низькою плавучістю можуть ефективно використовуватися у виробках з армуючою оболонкою – бонах, матах, серветках, губках [32].

Для виробництва нафтових сорбентів застосовують різноманітну сировину. Властивості деяких матеріалів, які використовуються при зборі нафти або служать основою для отримання нафтових сорбентів, наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 – Властивості різних матеріалів для збору нафти

Матеріал	Нафтопоглинання, г/г	Водопоглинання, г/г	Ступінь віджиму нафти, %
Природні органічні матеріали			
Солома пшенична	4,1	4,2	36
Кора осики	0,5	0,8	25
Деревна тирса	1,7	4,3	10-20
Відходи ватного виробництва	8,3	0,26	60
торф	17,7	24,3	74
Макропористий технічний вуглець	4,0-4,5	0-1,0	10-81
Синтетичні органічні матеріали			
Пінополістирол: волокно	7,0-12,0	6,0-11,5	80-90
Поліпропілен: волокно	12-40	1-6	40-80
Каучукова крихта	5,1	0,3	0
Фенолформальдегідна я смола (порошок)	4,4	14,5	0
Поролон: листовий	14,5-35,2	1,3-25,9	75-85
Синтепон	46,3	42-52	94
Неорганічні матеріали			
Спінений нікель	2,9	3,0	0
Скловолокно	5,4	1,7	60
Графіт модифікований	40,0-60,0	0,5-10,0	10-65
Базальтове волокно модифіковане	37	0,5	27

За механізмом видалення нафти розрізняють сорбенти, для яких домінує фізична поверхнева сорбція. Тут збір нафти відбувається за рахунок адгезії на поверхню частинок сорбенту. У цьому випадку кількість поглинених нафтопродуктів визначається величиною питомої поверхні матеріалу і її властивостями (гідрофобністю і олеофільністю). Як показують літературні дані, такий механізм збору нафти і нафтопродуктів реалізується для олеофільних порошкових і гранульованих матеріалів із закритою пористою структурою і матеріалів, в яких пори за розміром недоступні для молекул видалених речовини.

Подрібнення сорбуючого матеріалу є найбільш простим способом збільшення площі його поверхні і поглинальної здатності по відношенню до нафти і нафтопродуктів. При подрібненні може досягатися критичний розмір частинок сорбенту, коли процес змочування нафтою припиняється, і сорбція не відбувається. Реальна межа подрібнення в технології виробництва нафтових сорбентів залежить від природи використовуваного матеріалу і становить не менше 0,1 мкм [33].

Поглинання нафти і нафтопродуктів гідрофобними порошковими матеріалами не зводиться тільки до поверхневої сорбції. Цей процес в реальних умовах домінує при очищенні поверхні водою від мономолекулярних плівок поллютанта.

При контакті твердих олеофільних частинок з товстою плівкою нафти навколо них утворюються міцели, що взаємодіють між собою з утворенням своєрідної сітчастої структури. Це призводить до значного збільшення в'язкості суспензії в цілому, і при великих концентраціях порошкових сорбентів в нафті спостерігається утворення щільних конгломератів. У цьому випадку порошкові гідрофобні матеріали відіграють роль речовин-згустків і призводять до зменшення площі плями нафти. При великих концентраціях сипучих матеріалів може відбуватися потоплення нафтопродуктів, що через великий екологічний ризик неприпустиме [34].



При використанні гранульованого матеріалу із закритою пористою структурою (наприклад, гранульований полістирол і поліпропілен) розміщення нафти можливе лише між гранулами в шарі сорбенту за рахунок капілярних сил і олеофільності. При достатній товщині нафтової плівки відбувається ефективне впровадження нафти в зону порозності, але при контакті шару з водою починається також всмоктування води в простір між гранулами незважаючи на гідрофобність сорбенту. Рідина між характерним прикладом цього механізму є збір нафти за допомогою порошкової корбамідоформальдегідної смоли (розмір частинок менше 1 мм), гранульованого поліпропілену і пінополістиролу [35].

Інший вид нафтових сорбентів – це матеріали, для яких характерний процес поглинання нафти і нафтопродуктів всім об'ємом. Ефективність нафтопоглинання залежить від хімічної спорідненості матеріалу сорбенту і поглинається рідини і від структури матеріалу. Поглинання нафти протікає в результаті початкового швидкого змочування поверхні сорбенту нафтою. Потім нафта більш повільно проникає в пористу структуру матеріалу, заповнюючи всі порожнечі під дією, в основному, капілярних сил.

За структурним типом сорбенти діляться на волокнисті і об'ємно-пористі (із закритою або відкритою структурою пір). Волокнисті матеріали являють собою систему хаотично покладених вільно розподілених в просторі тонких ниток. Вони, як правило, мають просторово неорієнтовану структуру, що дозволяє забрудненням контактувати з великою поверхнею в одиницю часу. Типовими волокнистими матеріалами для збору нафти є вата, повсть, тканини, синтепон, текстильний горошок, базальтове волокно та ін.

У процесі поглинання нафти волокна сорбентів здатні розсуватися, створюючи специфічну структуру сорбент-нафтопродукту, яка після збору починає поступово стискатися під дією сили тяжіння і відціджувати до 20-25% зібраного нафтопродукту [36].

Всі волокнисті сорбенти характеризуються високим ступенем віджиму поглиненої нафти. Деякі поглиначі з волокнистою структурою демонструють

досить високе водопоглинання (синтепон, листовий поролон товщиною 18 мм), що обумовлено низькою гідрофобністю поверхні. Даний недолік може бути усунений введенням спеціальних гідрофобізуючих добавок.

Необхідно відзначити, що для волокнистих поглиначів характерна наявність періоду нестационарного стану структури матеріалу, протягом якого відбувається збільшення обсягу сорбенту від мінімального значення при стисненні до максимальної величини при пружному розширенні структури матеріалу. Якщо сорбент, що не володіє селективністю до нафти, потрапляє в період нестационарного стану структури на дзеркало води з плівкою нафти, то відновлена структура починає однаково інтенсивно поглинати нафту і воду. Це явище перешкоджає використанню таких матеріалів у механізованих пристроях для збору нафти [37].

Особливий інтерес представляють волокнисті композиційні нафтовловлювачі, в яких в якості наповнювачів використовуються різноманітні рослинні відходи. Доступність і дешевизна таких наповнювачів дозволяють значно знизити собівартість синтетичних композитів і розширити масштаби їх застосування для вирішення екологічних завдань. Відомо, що в таких композитах вдається поєднувати значний ступінь заміщення синтетичного матеріалу (від 25% і вище) і високі показники нафтової ємності і повернення нафтопродуктів [38].

У стічних водах нафтопродукти можуть перебувати у вільному, зв'язаному і розчиненому станах. Крупнодисперсні, вільні нафтопродукти видаляються в результаті відстоювання. Для видалення дрібнодисперсних і пов'язаних нафтопродуктів традиційно використовують флотаційні способи очищення, методи електрокоагуляції і електрофлотації. В результаті цих процесів у воді залишаються нафтопродукти до 20 мг/л. Більш глибоке очищення від дрібнодисперсних, особливо емульгованих, нафтопродуктів до 10 мг/л досягається в процесах фільтрування. Видалення розчинених домішок до 0,5 - 1 мг/л відбувається на стадії сорбційного доочищення.

Очищення стічних вод до норм промислового водопостачання з утилізацією регенераційних розчинів (наприклад, збут в якості товарної продукції) характеризується високою економічністю і дозволяє не тільки запобігти скидання у водойми стічних вод, а й вирішити проблему забезпечення народного господарства додатковими водними ресурсами [39].

У зв'язку зі складністю процесу для очищення стічних застосовуються, як правило, багатошарові Комбіновані «фільтри» (матеріали, пристрої, установки, в яких реалізуються різні процеси, починаючи з фільтрації, коалесценції і закінчуючи власне адсорбцією) в поєднанні з багатоступінчастістю самих очисних технологій. Однак у багатьох роботах наводяться дані по дослідженню окремих матеріалів для ефективного очищення стічних вод від нафтопродуктів. Зрозуміло, що для комплексного вивчення роботи багатокомпонентних систем необхідно детальне дослідження властивостей всіх складових.

Так для очищення стічних вод різних виробництв запропоновано використовувати дрібнодисперсні глини. Застосування глин на очисних спорудах деяких нафтопереробних підприємств дозволило досягти зниження вмісту нафтопродуктів в 5,4-7,3 рази [40].

Крім того, дослідження з утилізації відпрацьованих глин показали можливість їх введення в суміші для виробництва будівельних матеріалів, що дозволяє вважати описані сорбційні технології екологічними і безвідходними [41].

Часто для очищення стічних вод від нафти і нафтопродуктів на нафтовидобувних підприємствах, нафтобазах, автозаправних станціях, для тонкого очищення пластових і промислових вод застосовують вуглецевмісні сорбенти [42].

Так, можливе очищення водних систем від нафтопродуктів адсорбцією вуглецевмісним сорбентом. Матеріал після використання регенерують промиванням розчинником при температурах від 0 до 49°C. В якості адсорбенту використовують вуглецевмісний інтеркальований графіт,

отриманий з його окислених форм і такий, що містить 0,1-0,5 мас. % високодисперсного хімічно модифікованого аморфного діоксиду кремнію [43].

Після насичення сорбент реагує з промиванням розчинником з подальшим сушінням при 120-140°C. Поріг насичення сорбенту нафтою умовно встановлюють після досягнення співвідношення маси нафти до маси сорбенту Рівного 20.

Для очищення нафтовмісних стічних вод часто використовують такі традиційні сорбенти, як вугілля (з попередньою активацією і без неї). Застосовуються гранульовані і порошкоподібні, знезолені і малозольне мікропористе активоване вугілля, сорбенти термоконтактного коксування вугілля, буровугільні сорбенти [44].

Вихідною сировиною для отримання активованого вугілля служать практично будь-які вуглецевмісні матеріали: вугілля, торф, деревина, солома [45].

Волокнисті сорбенти. У літературі практично немає даних про застосування для очищення нафтовмісних стічних вод волокнистих матеріалів в чистому вигляді. Зрозуміло, що, незважаючи на дешевизну, доступність і інші переваги подібних сорбентів, останні мають і деякі недоліки, що перешкоджають їх використанню в цій якості. До таких недоліків можна віднести невисоку механічну і термічну стійкість, а також нестійкість до тривалого впливу вологи і хімічних реагентів (агресивних середовищ). У той же час штучні і синтетичні волокнисті матеріали для очищення стічних вод використовуються досить широко і ефективно [46].

Так, наприклад, хорошими адсорбентами є вуглецевмісні волокнисті матеріали, отримані з різної сировини в різних умовах. Можливе використання вуглецево-волокнистих сорбентів на основі гідратцелюлозного волокна, модифікованого сполуками перехідних металів, для сорбційної очистки води [47].

## Висновки до розділу 2

Гідрохімічна характеристика вод Одеського району ПЗЧМ ґрунтується на даних екологічного моніторингу Одеської філії Інституту біології південних морів НАН України

Під якістю морської води будемо мати на увазі характеристику її складу і властивостей, яка визначає кругообіг речовин, біопродуктивність, структуру і закономірності функціонування морської екосистеми, її екологічний стан і придатність для різних типів водокористування [22]. Крім гідрохімічних характеристик природного стану морської екосистеми, якість вод визначається вмістом в них забруднюючих речовин, надходження яких обумовлено господарською діяльністю людини.

Індекс евтрофікації вод Севастопольського узмор'я і навіть Севастопольської бухти, на берегах якої знаходиться значна кількість антропогенних джерел евтрофування вод, істотно менше, ніж в Одеському районі, що свідчить на користь значного впливу річкового стоку на евтрофування вод досліджуваної акваторії.

Характерне для району значення індексу E-TRIX становить 6.0. Індекс евтрофікації вод Севастопольського узмор'я і навіть Севастопольської бухти, на берегах якої знаходиться значна кількість антропогенних джерел евтрофування вод, істотно менше, ніж в Одеському районі, що свідчить на користь значного впливу річкового стоку на евтрофування вод досліджуваної акваторії.

За ступенем евтрофування води Одеського району ПЗЧМ поступаються лише водам Варненської затоки і близькі до вод болгарського узмор'я Чорного моря. Характерне для району значення індексу E-TRIX становить 6.0.

### **3 РОЗРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ МОДЕЛІ БІОСОРБАЦІЙНИХ ФІЛЬТРІВ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ ВІД НАФТОВОЇ ПЛІВКИ**

#### **3.1 Патентний пошук сорбційних фільтрів**

Для визначення технічного рівня розроблюваної теми був проведений патентний пошук за матеріалами в Інтернеті.

Об'єктом дослідження є сорбційні фільтри для очищення стічних і природних вод.

Досліджувана тема індексується відповідно до міжнародної патентної класифікації (МПК) за такими класами: E02B15/06, E02B15/06, C02F 3/34, C12N 1/26, B01D 25/00, B01D 25/00, B01J 20/20, B01J 20/26, B01J 20/30, B01J 20/02, B01J 20/24, B01J 20/30, C02F 1/28.

Збір і аналіз технічних рішень проводиться з метою знаходження найбільш ефективних економічних способів очищення води від нафтових забруднень.

№2275466, нафтосорбуючий бон, автори Соромотін Андрій Володимирович, Рядинський Віктор Юрійович, Огурцова Любов Володимирівна, Жданова Катерина Борисівна, Морозова Тетяна Миколаївна, Денеко Юлія Вікторівна.

Винахід відноситься до галузі охорони навколишнього середовища і призначений для очищення водойм від розливів нафти і нафтопродуктів, переважно малих річок, струмків і водотоків. Нафтосорбуючий бон включає сердечник з полімерного матеріалу, що забезпечує плавучість бона, розташовану навколо сердечника трубчасту оболонку, виконану з синтетичного матеріалу, і носій у вигляді полімерних сорбуючих волокон з різною щільністю. Сердечник являє собою герметичну ємність або послідовно встановлені герметичні ємності. Полімерні сорбуючі волокна носія чергуються між собою і просякнуті складом з мікроорганізмів і біогенного харчування з високою деструкуючою здатністю до нафти і нафтопродуктів.

Носій жорстко з'єднаний з трубчастою оболонкою по довжині і розташований з двох протилежних сторін сердечника. Герметична ємність або герметичні ємності виконані порожнистими. Винахід підвищує ефективність очищення води від нафти і нафтопродуктів.

№2183231, нафтосорбуючий бон, автори: Бачернікова С.Г., Єсенкова Н. П., Михалькова А. І.

Винахід відноситься до засобів для очищення від нафти і нафтопродуктів відкритих водойм і водотоків. Нафтосорбуючий бон виконаний у вигляді трубчастого елемента, який має сердечник з полімерного матеріалу, що забезпечує плавучість бона. Навколо сердечника розташована трубчаста оболонка з гідрофобного і олеофільного тришарового нетканого матеріалу, що володіє високою нафтосорбующою здатністю. Нетканий матеріал має тришарову структуру, зовнішні шари його мають більш високу щільність, ніж його внутрішній шар. Трубчасту оболонку охоплює рукавна сітка з полімерних ниток.

Сердечник включає закритий з торців циліндричний чохол, заповнений гідро олеофобним полімерним матеріалом. Винахід забезпечує розширення арсеналу технічних засобів, призначених для очищення водної поверхні від нафтових забруднень.

№2217548, загороджувальний-сорбуючий бон постійної плавучості, автор Краюхин А. В.

Бон постійної плавучості містить поплавки, розташований в надводній частині, сорбуючий елемент і шторку з баластом у вигляді кишені з ланцюгом, розташовані в підводній частині. Бон забезпечений сорбційним відсіком, встановленим по всій довжині поплавок на його фронтальній поверхні і виконаним у вигляді кишені з сітки, верхня частина якої закріплена на зовнішній оболонці поплавок, а нижня частина розташована в підводній частині бона і приєднана до верхньої частини шторки. Сорбуючий елемент розміщений в сорбційному відсіку з можливістю його заміни при насиченні нафтою. Підвищується ефективність локалізації та очищення нафтових

забруднень на водній поверхні при багаторазовому використанні сорбуючого елемента.

№2431017, Пристрій для очищення водойм від забруднень, автори: Денеко Юлія Вікторівна, Рядинський Віктор Юрійович.

Пристрій складається з одного і більше розташованих на водній поверхні, пов'язаних між собою нафтосорбуючих бонів, кожен з яких включає сердечник з полімерного матеріалу, що забезпечує плавучість бона з розташованою навколо сердечника трубчастою оболонкою. Кожен бон забезпечений сорбуючими натуральними і синтетичними волокнами однакової або різної довжини, щільністю 0,01-3 г/см<sup>3</sup>, з мікроорганізмами. Волокна закріплені на трубчастій оболонці в один або більше рядів, орієнтованих по довжині останньої. Кожен ряд містить переплетені або непереплетені між собою згадані натуральні і синтетичні волокна, що чергуються. Підвищується ефективність роботи пристрою, його експлуатаційні якості.

№2494000, пристрій, спосіб і судно для запобігання і зменшення збитку від нафти, автори: Ярвінен Маркку.

Об'єктами цього винаходу є бон для боротьби з нафтою, судно для боротьби з нафтою і спосіб для збору нафти відповідно до вступними частинами незалежних. Винахід, зокрема, відноситься до нового ефективного способу збору нафти з берегових ділянок і відкритих водних ділянок водної системи. Об'єктом винаходу також є пристрій і спосіб для відділення нафти від шматків льоду і збору її з водної системи з льодом. Винахід також відноситься до нового ефективного способу відділення для боротьби зі збитком від розливу нафти, який відбувається на льоду.

№2186618, Біосорбційний фільтр для очищення стічних вод, автори: Вайсман Я. І., Зайцева Т. А., Рудакова Л. В., Глушанкова І. С., Шишкін Я. С., Нікітенко А. С.

Винахід відноситься до галузі охорони навколишнього середовища, а саме до способів очищення стічних вод, і може бути використаний для



очищення фільтраційних стічних вод, утворених на полігонах поховання твердих побутових відходів (ТПВ). Фільтр складається з корпусу з підвідним патрубком, що містить форсунки для рівномірного розподілу стічної води по площі фільтра, і дренажної системи, що відводить очищену воду. У корпусі біофільтра розташовані шари завантаження в наступній послідовності по ходу руху води: кора ялово-осинова 5-річного терміну зберігання, шлак, скоп, сорбент-Н, гравій крупністю 50-100 мм., фільтр працює в режимі природної аерації. Винахід дозволяє підвищити ступінь очищення вод.

Патентний аналіз способів і технологій отримання біосорбційного комплексу показав, що серед способів очищення нафтозабруднених вод існують різні способи модифікації синтетичних і рослинних сорбентів. Наприклад авторами розроблено бонову огорожу, що складається з непроникної циліндричної оболонки, навколо якої розташована проникна оболонка. Недоліком відомого пристрою є складність конструкції, необхідність додаткових тимчасових витрат для демонтажу і віджиму зібраної нафти, а також він не забезпечує достатнього очищення водотоків, так як виконує тільки бар'єрну і сорбційну функції.

Так само відомий загороджувальний плаваючий бон, застосовуваний для оконтурювання нафтових плям у відкритих водоймах з подальшим видаленням нафтопродуктів шляхом відкачування і випалювання. Такий бон описаний в патенті США 4923332, МПК Е 02 в 15/04, опубл. 8.05.90 р.

Недолік такого бона полягає в тому, що він виконує тільки бар'єрну функцію без сорбування нафтопродуктів.

Особливу увагу можна звернути на роботи, в яких були отримані результати, які показують, що при додаванні до синтетичних і природних сорбентів мікроорганізмів – нафтодеструкторів підвищується їх здатність до нафтопоглинання.

У продовженні цих досліджень, було вирішено з'ясувати можливість отримання біосорбенту на основі рослинних і синтетичних сорбентів.

### 3.2 Експериментальне отримання біосорбційних матеріалів з синтетичних і рослинних сорбентів

Мета даного експерименту – дослідження сорбційних властивостей біосорбентів, отриманих з синтетичних і природних матеріалів при нанесенні на них біоактиваторів і активного мулу.

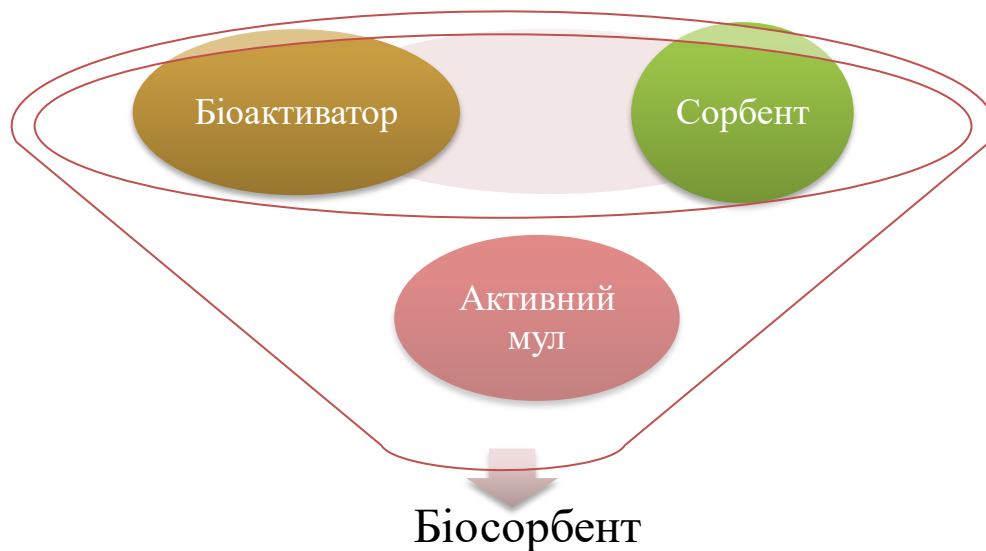


Рисунок 3.1 – Схема отримання біосорбенту

Методика проведення експерименту: експеримент складався з трьох етапів. На першому етапі був проведений аналіз і вибір біоактиваторів. На другому етапі проведена підготовка сорбційних матеріалів. Заключний етап – отримання експериментальної моделі біосорбційного комплексу.

У роботі було розглянуто шість біоактиваторів різних марок: «Байкал ЕМ-1», «Схід ЕМ-1», «Тамір», «Вдалий», «Суспензія хлорели», «Ідеал».

Таблиця 3.1 – Порівняльний аналіз біоактиваторів

Назва	Склад	Ціна
Схід ЕМ-1	Молочнокислі, фотосинтезуючі бактерії, дріжджі, грибки, продукти життєдіяльності мікроорганізмів.	174 грн.
Тамір	Живі природні мікроорганізми, культуральна рідина, що містить біологічно активні речовини.	142 грн.
Байкал ЕМ-1	Молочнокислі, фотосинтезуючі бактерії, бактерії фіксують азот, сахароміцети, культуральна рідина.	116 грн.
Вдалий	Спори бактерії, здатні вивільняти корисні ензими, що розщеплюють відходи, наповнювачі.	134 грн.
Суспензія хлорели	Культуральне водне середовище, мікроводорості <i>Chlorella Vulgaris</i> .	39 грн.
Ідеал	Рідка фракція природного продукту життєдіяльності дощових черв'яків.	23 грн.

В результаті порівняльного аналізу був обраний біоактиватор «Байкал ЕМ-1», Як більш економічний.

Другий етап роботи був присвячений розробці біосорбційного комплексу. В якості сорбентів були взяті синтетичні і природні матеріали (Таблиця 3.3), на які внесли біоактиватор в розрахунку 2 мл «Байкал ЕМ-1» на 20 мл води.







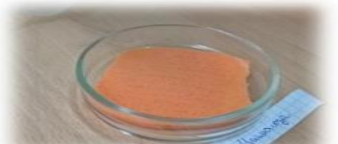







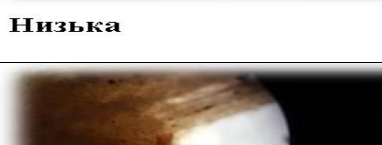
Через 10 хвилин після вбирання сорбентом біоактиватора, на його поверхню був нанесений невеликий шар активного мулу (5мл), протягом 30 хвилин і був джерелом мікроорганізмів – біодеструкторів.

Біосорбент отримували нанесенням на просочену біоактиватором поверхню сорбенту активного мулу для іммобілізації мікроорганізмів на поверхні сорбційних матеріалів.





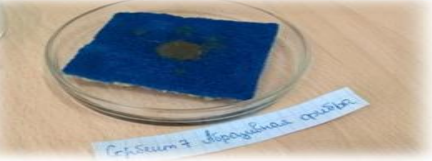

Результати досліджень характеру іммобілізації мікроорганізмів активного мулу при нанесенні на поверхні різних сорбентів показали, що найбільш високий ступінь фіксації і ефективного поглинання розчину активного

мулу спостерігалися на зразках: природні сорбенти – вільха, солома, а так само на синтетичних матеріалах – пінополіуретан і абразивна фібра.

Таблиця 3.2 – Отримання біосорбентів на основі іммобілізації активного мулу на поверхні сорбційних матеріалів

Сорбент	Характеристика	З біоактиватором	З активним мулом	Особливості іммобілізації активного мулу
Щепа (вільха)	Щільність-500кг / м Водопоглинання-4,3 г / г Нафтопоглинання-21,2 г / г			 <b>Висока</b>
Пінополіуретан	Щільність -10 кг / м Водопоглинання -25,9 г / г Нафтопоглинання-54, 3 г / г			 <b>Висока</b>
Целюлоза	Щільність -1500 кг / м Водопоглинання-52 г/г Нафтопоглинання-10 г/г			 <b>Середня</b>
Пінополістирл (пеноплекс)	Щільність-94 кг / м3 Водопоглинання -6 г / г Нафтопоглинання -7,0 г / г			 <b>Низька</b>
Солома	Водопоглинання-4,2 г / г Нафтопоглинання-4,1 г/г			 <b>Висока</b>

Продовження таблиці 3.2

Пінополіуретан (щільний)	Щільність-50кг / м Водопоглинання -5 г / г Нафтопоглинання -7 г/г	 Сорбент 6 Жіна поліуретан	 Сорбент 5 жовтий пінополіуретан	 <b>Низька</b>
Абразивна фібра	Щільність-250 кг / м Водопоглинання -37 г/г Нафтопоглинання-7,2 г /г	 Сорбент 9 Абразивна фібра	 Сорбент 7 абразивна фібра	 <b>Висока</b>

Для проведення досліджень з вивчення ефективності сорбентів в очищенні води від нафтового забруднення, в лабораторних умовах моделювалося забруднення водойми нафтою. Для цього була взята культивацийна вода (для підготовки культивацийної води питну воду відстоюють протягом 3-7 діб (до повного дехлорування) в бутлях з безбарвного скла) і штучним чином забруднювалась нафтою. На 1 літр води вносився 1 мілілітр нафти. Протягом години проводилися спостереження за роботою сорбентів, їх нафтопоглинанням (Таблиця 3.3). З семи біосорбентів найбільш високий ступінь нафтопоглинання спостерігалася у біосорбенту №1 – щепи вільхи, №2 – пінополіуретан (рис. 3.2).

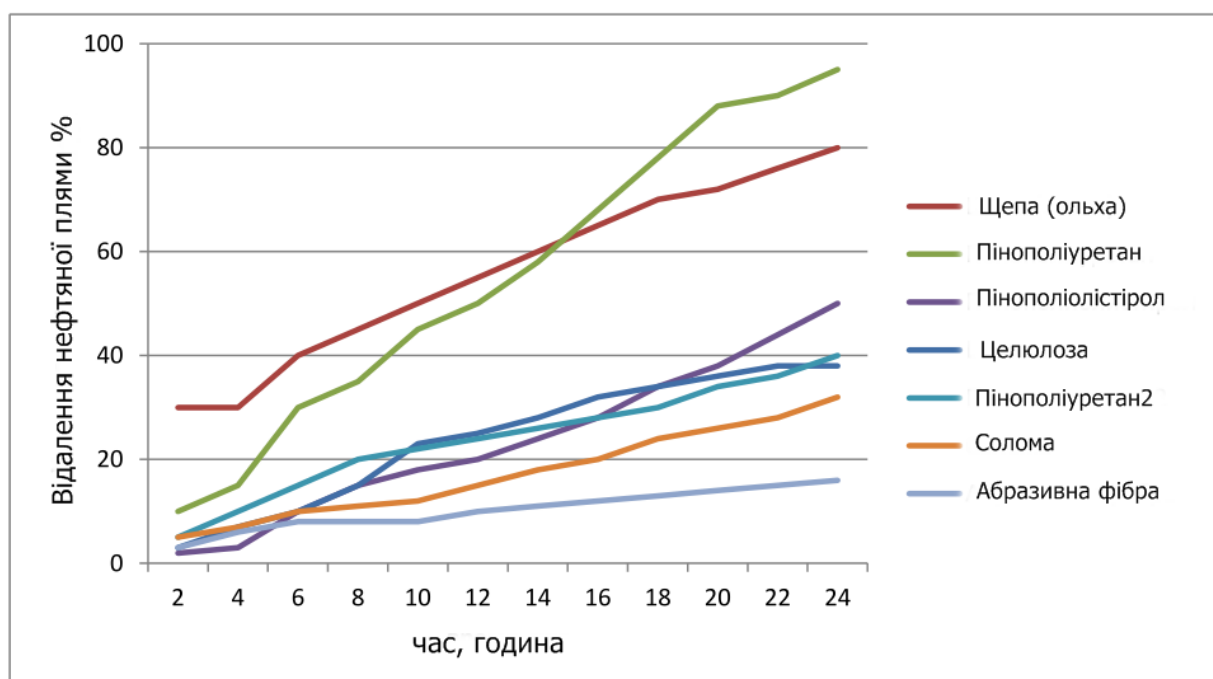


Рисунок 3.2 – Графік нафтопоглинання сорбентів за годину

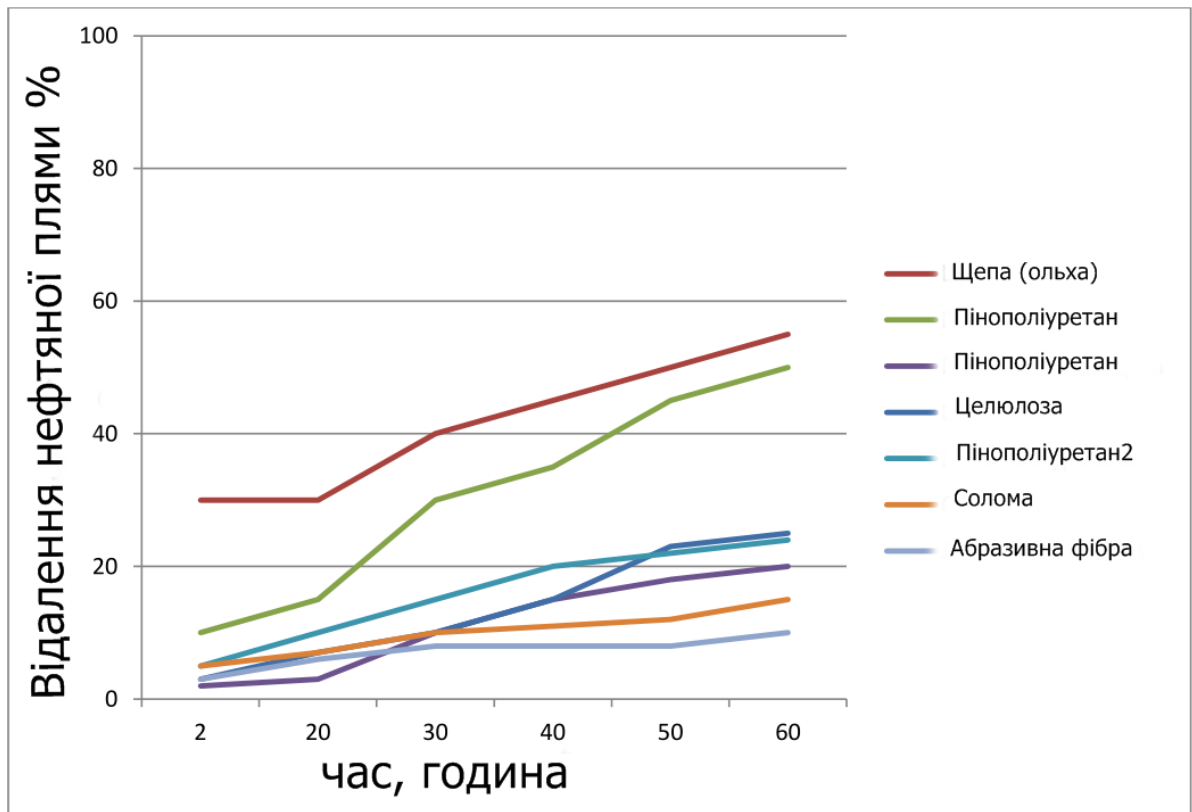


Рисунок 3.3 – Графік нафтопоглинання сорбентів за добу


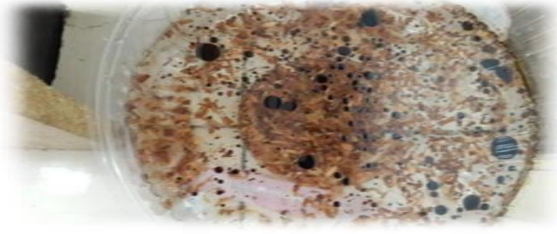




Дослідження кінетики сорбції-десорбції нафти біосорбентом показує, що найбільша інтенсивність поглинання спостерігається за перші 15-30 хвилин, а максимальна - досягається за 24 години. Здатність до нафтопоглинання у біосорбентів значно вище (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Нафтопоглинання сорбентів після іммобілізації активного мулу







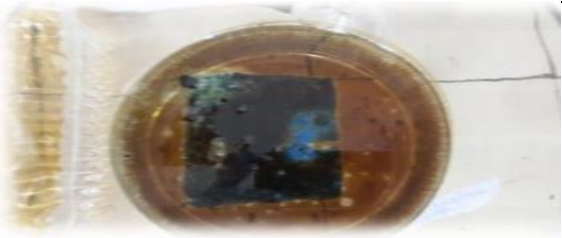
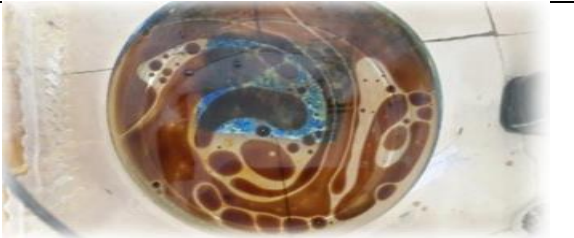
Сорбент	Нафтопоглинання, г/г	Нафтопоглинання після модифікації, г/г
Щепа (вільха)	12,0	21,2
Пінополіуретан	35,2	54,3
Целюлоза	10,0	10,0
Пінополістирол	7,0	7,0
Солома	2,3	4,1
Пінополіуретан (щільний)	7,0	7,0
Абразивна фібра	4,0	7,2



Таблиця 3.4 – Особливості процесу біосорбції нафтозабруднення різними видами біосорбентів протягом години

Сорбент	Вплив на нафтове забруднення		
	Опис	через 10 хвилин	через 1 годину
Щепа (вільха)	При додаванні в нафтозабруднену воду, сорбент відразу ж розбив нафтову пляму на кілька невеликих плям. Після зняття нафтової плівки більша частина сорбенту занурилася на дно.		
Пінополіуретан	Через хвилину спостерігалася повна локалізація нафтової плями по всьому об'єму води. Через 10 хвилин нафтові забруднення у бортів були відсутні.		
Целюлоза	Імобілізація з активним мулом була порушена при зіткненні з водою. Локалізація нафтової плями по всій поверхні.		

## Продовження таблиці 3.4

Полістирол (пеноплекс)	Через годину після контакту з сорбентом нафтова пляма стала значно світліше.		
Солома	Навколо сорбенту нафтова плівка відсутня. Незначна сорбція.		
Пінополіуретан (щільний)	Незначна сорбція. Локалізація плями по всій поверхні.		
Абразивна фібра	Через волокнисту структуру нафтопоглинання незначне. Повністю просякнута водою.		

### 3.3 Проведення експериментальних досліджень ефективності біосорбційних матеріалів в очищенні води від нафтової плями

Ефективність очищення біофільтру проводили на культурі гіллястовусих рачків *Daphnia magna* (Straus) згідно з «Методикою визначення токсичності води і водних витяжок з ґрунтів, опадів стічних вод, відходів по смертності і зміни плодючості дафній», ФР.1.39.2007.03222. [26]. Одна з найбільш часто використовуваних методик заснована на визначенні смертності дафній в досліджуваному водному середовищі, в порівнянні з контрольною культурою в пробах, що не містять токсичних речовин - контроль.

Дафнієвий тест має переваги перед іншими біотестами завдяки високій чутливості до отрут різної природи, а порівняно коротка тривалість життя рачків сприяє кращому відображенню моментальних " концентрацій нафтопродуктів у навколишньому водному середовищі, що неможливо виявити при використанні вищих водних тварин з великою тривалістю життя [27].

У штучно створену водойму з нафтовим забрудненням і біосорбентом були поміщені по десять особин гіллястовусих рачків *Daphnia magna* (Straus). Рачки експонувалися протягом 48 годин, після чого підраховувалася кількість живих і спливлих особин (Таблиця 3.6).

Таблиця 3.5 – Виживання рачків *Daphnia*

Біосорбент	Виживання рачків <i>Daphnia</i> , %	Залипання рачків <i>Daphnia</i> в нафтовій плямі, %	Токсичність
Щепа (вільха)	100	0	Низька
Пінополіуретан	90	10	Низька
Целюлоза	10	90	Висока
Полістирол	50	50	Середня
Солома	20	80	Висока
Пінополіуретан (щільний)	20	80	Висока
Абразивна фібра	0	100	Висока

Таким чином, визначення токсичності води забрудненої нафтою, до і після біосорбції різними біосорбентами показало, що найбільш ефективно нафтова пляма очищалося в досліді №1 біосорбентом на основі щепи (вуглецевмісний сорбент), де спостерігалася 100% виживаність тест-об'єктів дафній *Daphnia magna* (Straus), низька токсичність і миттєве зняття нафтової плівки, і в досліді №2 з використанням в якості носія біоплівки пінополіуретану (синтетичний сорбент), де спостерігалася 90% виживаність тест-об'єктів.

Найменшою сорбційною здатністю і найбільшою токсичністю води після очищення біосорбентом характеризували зразки: №3 – целюлоза, виживаність тест-об'єктів 10%, №5 – солома, виживаність 20%, зразок №6 – пінополіуретан (монтажний) – виживаність 20% і зразок №7 – абразивна фібра – 100% загибель тест-об'єктів.

Таким чином методом біотестування за допомогою тест-об'єкта *Daphnia magna* було встановлено, що токсичність води змінювалася в залежності від застосовуваного виду біосорбенту, сорбційних властивостей матеріалів – носіїв біоплівки.

В результаті були виявлені сорбенти, які володіють високою сорбційною здатністю (щепи вільхи, пінополіуретан). На поверхні цих сорбентів відбувалася найкраща іммобілізація мікроорганізмів-біодеструкторів нафти.

### Висновки до розділу 3

Патентний аналіз способів і технологій отримання біосорбційного комплексу показав, що серед способів очищення нафтозабруднених вод існують різні способи модифікації синтетичних і рослинних сорбентів.

У продовженні цих досліджень, було вирішено з'ясувати можливість отримання біосорбенту на основі рослинних і синтетичних сорбентів.

Метою даного експерименту було дослідження сорбційних властивостей біосорбентів, отриманих з синтетичних і природних матеріалів при нанесенні на них біоактиваторів і активного мулу.

Методика проведення експерименту: експеримент складався з трьох етапів. На першому етапі був проведений аналіз і вибір біоактиваторів. На другому етапі проведена підготовка сорбційних матеріалів. Заключний етап – отримання експериментальної моделі біосорбційного комплексу.

## **4 СТАРТАП-ПРОЄКТ «ВПРОВАДЖЕННЯ БІСОРБЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ В АКВАТОРІЮ ЧОРНОГО МОРЯ»**

### **4.1 Опис ідеї стартап-проєкту**

Розроблений біосорбційний комплекс можна використовувати для очищення природних вод у вигляді бонових загороджень. Бонові загородження є основними засобами локалізації розливів нафти і нафтопродуктів в акваторіях. Головні функції бонових загороджень: запобігання розтікання нафти на водній поверхні, зменшення концентрації нафти для полегшення циклу прибирання, і відведення (тралення) нафти від найбільш екологічно вразливих районів. Загороджувальні бони поділяються на:

- відхиляючі (бони нафтоогороджуючі) – для захисту берега від нафти і нафтопродуктів і огороження їх;
- сорбуючі (бони сорбуючі) – поглинаючі нафту і нафтопродукти.

Пристрій відноситься до охорони навколишнього середовища, зокрема до пристроїв, призначених для збору забруднень з поверхні відкритих водойм, а також очищення товщі і придонних шарів води від аварійних розливів нафти і нафтопродуктів. Пристрій складається з одного і більше розташованих на водній поверхні, пов'язаних між собою нафтосорбуючих бонів, кожен з яких включає сердечник з синтетичного матеріалу, що забезпечує плавучість бона з розташованою навколо сердечника трубчастою оболонкою. Кожен бон забезпечений сорбуючими рослинними матеріалами і мікроорганізмами для біодеструкції, що підвищує його сорбційні властивості (рис. 4.1).

Відомі розділові бони серії «Troil boom GP», що містять плавучі елементи, виконані у вигляді прямокутних панелей з пінопласту, зовнішня поверхня яких захищена міцною і стійкою до нафтопродуктів, морської води та сонячного світла поліефірною тканиною, імпрегнованою ПВХ/бутадіон-акриловим каучуком.

Недолік бічних загороджень такого типу полягає в тому, що вони по суті тільки локалізують поширення нафтопродуктів, а їх збір здійснюється за допомогою спеціальних нафтозбірників, що значно ускладнює і здорожує процес утилізації забруднень.

Відомо бонове загородження, в надводній частині якого встановлений циліндричний поплавок, а в підводній – шторка з кишнями для впуску води і розміщення баласту, що надає бону стійке вертикальне положення («Oil containment boon», UK Patent Application GB 2117326a, МПК Е 02 в 15/04). Поплавок в таких бонах або наповнюється повітрям, або має секцію, заповнену спіненим поліетиленом, що забезпечує загородженню велику міцність [49].

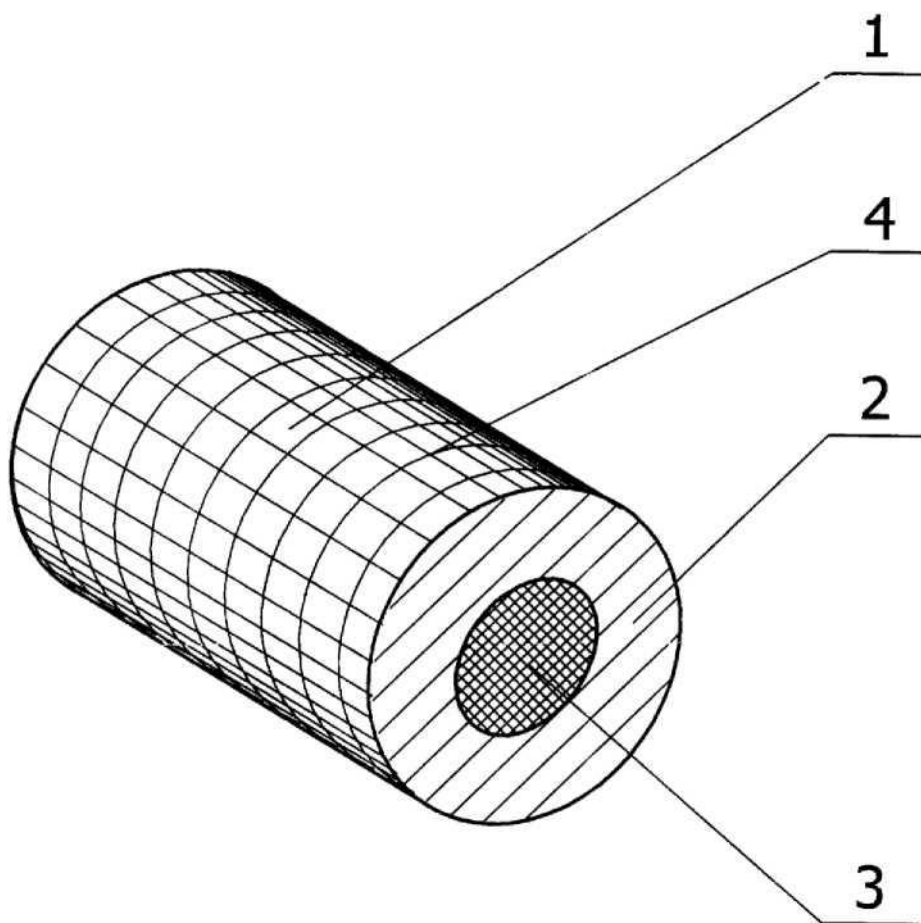
Однак при експлуатації бонів такого типу не відбувається повна локалізація нафтових загороджень через ефект «поднирування» нафти під бонове загородження.

Відсутність сорбуючого елемента в конструкції бона не дозволяє проводити безпосередню очистку акваторії водойми від нафти, залучаючи для цих цілей дорогі пристрої.

Завданням винаходу є підвищення ефективності локалізації та очищення нафтових забруднень на водній поверхні при багаторазовому використанні сорбуючого елемента в конструкції бонового загородження.

Зазначена задача вирішується тим, що загороджувально-сорбуючий бон є носієм мікроорганізмів-нафтодеструкторів, що підвищує його сорбційну здатність і період експлуатації.

Нафтосорбуючий бон, виконаний у вигляді трубчастого елемента (1), що має сердечник (3), що забезпечує плавучість Бона. Навколо сердечника, розташований сорбент (2), виготовлений з рослинного матеріалу, що володіє високою сорбуючою здатністю до нафти, і рукавну стійку до стирання сітку з полімерних ниток, що охоплює трубчасту оболонку (4).



1 – сорбційне бонове загородження; 2 – рослинний біосорбент + мікроорганізми-біодеструктори; 3 – синтетично матеріал + біодеструктори; 4 – рукавна сітка з полімерних ниток.

Рисунок 4.1 – Нафтосорбуючий бон

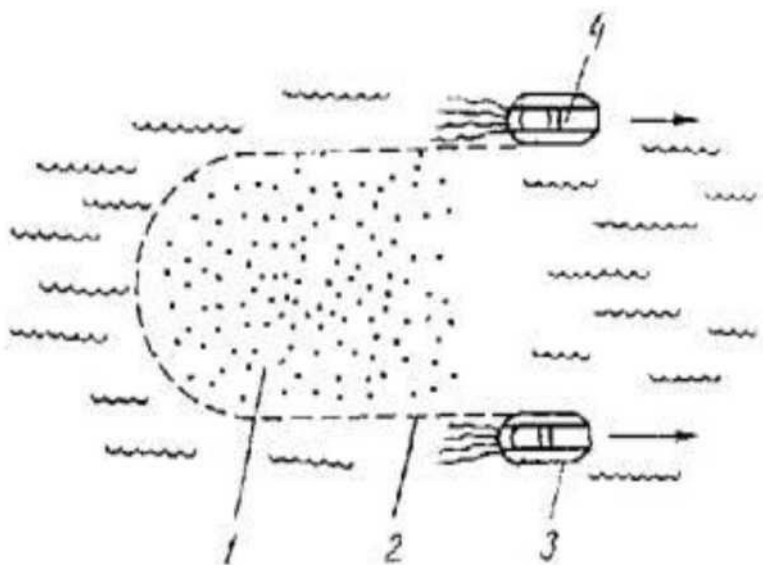
Нафтосорбуючий бон виконаний з синтетичного матеріалу – пінополіуретану і рослинного – тирси, які є носіями мікроорганізмів – біодеструкторів. Пропонований пінополіуретановий сорбент володіє гідрофобною поверхнею, завдяки якій він не набухає у водних середовищах і практично не містить води після насичення вуглеводневими забрудненнями. Кількість витягнутих вуглеводневих забруднень і швидкість їх поглинання визначаються сорбційними характеристиками поліуретанового сорбенту, які перевершують сорбційні характеристики відомих пористих полімерних



сорбентів. Зовнішня оболонка являє собою нетканий поліпропіленовий матеріал.

Секції загороджувально-біосорбуючого бона з'єднуються між собою за допомогою швидкознімних металевих замків (не показані) безпосередньо перед постановкою бонових загороджень на воду. Кількість секцій визначається шириною водойми (розмірами нафтової плями).

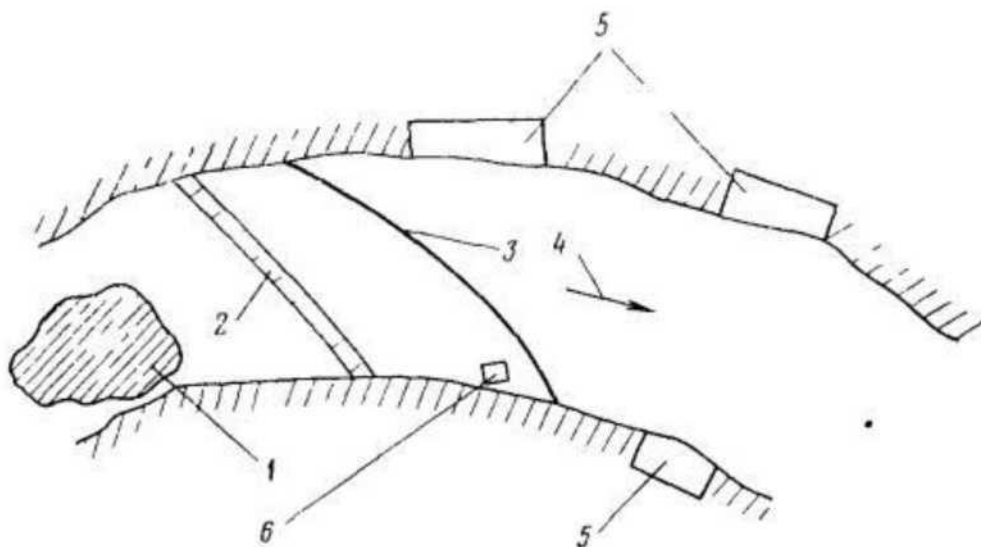
До місця експлуатації бон доставляються в згорнутому вигляді. Постановка загороджувально-біосорбуючого бона на воду здійснюється шляхом витягування крайньої секції судном або лебідкою, встановленої на протилежному березі (рис. 4.2).



1 – нафтова пляма; 2 – оперативні бонові загородження; 3 – нафтосміттєзбірник; 4 – допоміжний нафтосміттєзбірник.

Рисунок 4.2 – Постановка загороджувально-біосорбуючого бона

Очищення потоку води здійснюється за наступною технологією (рис. 4.3).



1 – нафтова пляма; 2 – захист від плаваючих предметів; 3 – бічне загородження; 4 – напрямок течії; 5 – об'єкти, що захищаються; 6 – нафтозбірний пристрій

Рисунок 4.3 – Схема очищення потоку води від нафтозабруднення

Відмінні переваги бона: простота конструкції, експлуатації, можливість тривалого зберігання (не менше 5 років); простота утилізації в порівнянні з синтетичними сорбентами; можливість повторного використання оболонки після її відмивання від нафтопродуктів водним розчином ТМС-2 в ОУ або іншими диспергентами (СПАВ).

#### 4.2 Аналіз конкурентного середовища

Для аналізу конкурентного середовища, доцільно і необхідно визначити потенційні техніко-економічні переваги ідеї, а також описати можливих конкурентів, для цього застосовуємо бальну оцінку (табл.4.1).

Таблиця 4.1 – Аналіз потенційних переваг

№ п/ п	Техніко- економічні характеристики ідеї	Стартап проект
1.	Екологічність	5
2.	Ціна	4
3.	Безпечність	4
4.	Ефективність	5
5.	Універсальність	5

SWOT аналіз – один з найбільш ефективних інструментів в стратегічному менеджменті. Його сутність полягає в аналізі внутрішніх і зовнішніх чинників компанії, оцінці ризиків і конкурентоспроможності товару в галузі. Результати проведеного SWOT-аналізу наведені у табл. 4.3.

Таблиця 4.2 – Матриця SWOT-аналізу

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> <li>• простота конструкції;</li> <li>• ефективність;</li> <li>• можливість тривалого зберігання (не менше 5 років);</li> <li>• простота утилізації</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• короткий термін експлуатації ;</li> <li>• необхідна постійна чистка сорбуючих елементів бона .</li> </ul>
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> <li>• запровадження методу на державному рівні;</li> <li>• повна локалізація поверхневих нафтових плям.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не зручність заміни старого устаткування;</li> <li>•</li> </ul>

За допомогою SWOT-аналізу визначено основні сильні та слабкі сторони запропонованого методу. Виявлено, що сукупність сильних сторін та можливостей може компенсувати слабкі сторони та загрози.

#### 4.3 Прямі матеріальні витрати та розрахунок собівартості продукції

Розрахунок собівартості біосорбційного комплексу здійснюється укрупнено калькуляційним методом за такими статтями калькуляції:

- 1) Сировина та основні матеріали.
- 2) транспортні витрати.
- 3) допоміжні матеріали.
- 4) паливо і енергія на технологічні цілі.
- 5) основна і додаткова заробітна плата виробничих робітників.
- 6) відрахування на соціальні потреби.
- 7) Витрати на утримання та експлуатацію обладнання.
- 8) Цехові витрати.
- 9) Загальнозаводські витрати.

1. Вартість сировини і основних матеріалів визначається за нормами витрати всіх видів сировини і матеріалів на одиницю готової продукції, наведених в рецептурі. Розрахунок потреби і вартості сировини і основних матеріалів представлений в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок потреби сировини та основних матеріалів

Найменування продукції та видів сировини	Випуск продукції, кг	Витрата сировини на од. продукції, кг	Оптова ціна од. сировини, грн.	Вартість сировини, грн.
Біосорбційний комплекс	1	-	-	-
Щепа	-	9,00	9,00	81,00
Пінополіуретан	-	1,00	190,00	190,00
Полівінілхлорид	-	1,5	27,00	40,50
Біоактиватор	-	0,1	301,00	30,1
Разом:				341,1

2. Транспортні витрати включають витрати на доставку сировини і матеріалів. Їх величина розраховується укрупнено 15-20% від вартості сировини.

Транспортні витрати становлять 68,22 грн.

3. Витрата на допоміжні матеріали включає вартість хімікатів, текстильних матеріалів, мастильних матеріалів, тари, миючих засобів, інвентарю, пакувальних матеріалів, які необхідні для випуску одиниці продукції. Їх вартість розраховується укрупнено в розмірі 5 % від вартості сировини та основних матеріалів.

Допоміжні матеріали становлять 17,055 грн.

4. Витрати палива та енергії на технологічні цілі (електроенергія, вода та ін.) розраховуються прямим рахунком з урахуванням відповідних норм витрат технологічного обладнання в розмірі 15% від вартості сировини та основних матеріалів.

Витрати палива та енергії на технологічні цілі становлять 51,165 грн.

5. Розмір основної та додаткової заробітної плати виробничих робітників на одиницю продукції визначається укрупнено в розмірі 8-15% від вартості сировини і становить 27,288 грн.

6. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання визначаються укрупнено в розмірі 30-50% від фонду оплати праці виробничих робітників і складають 10,93 грн.

8. Цехові витрати включають витрати на амортизацію, утримання та поточний ремонт виробничих будівель, витрати на управління та обслуговування цеху в цілому: основна та додаткова заробітна плата цехового персоналу, витрати на охорону праці та техніку безпеки. Ці витрати приймаються в розмірі 40-50 % від фонду оплати праці виробничих робітників.

Цехові витрати становлять 13,65 грн.

9. Загальнозаводські витрати включають витрати на управління і організацію виробництва по підприємству в цілому (заробітна плата управлінського персоналу, відрядження, поштово-телеграфні витрати, підготовка кадрів, охорона та ін.). Ці витрати приймаються укрупнено в розмірі 150-200% від фонду оплати праці виробничих робітників.

Загальнозаводські витрати становлять 40,93 грн.

Виробнича собівартість одиниці продукції визначаються як сума всіх перерахованих вище статей і становить 578,58 грн.

10. Позавиробничі витрати включають в себе витрати зі збуту готової продукції і приймаються укрупнено в розмірі 0,1 -0,5 % від виробничої собівартості і складають 2,89 грн.

Повна собівартість включає в себе виробничу собівартість і позавиробничі витрати і становить 581,47 руб.

Розрахувавши повну собівартість і встановивши рівень рентабельності можна розрахувати прибуток і оптову ціну продукції.

Середньогалузевий рівень рентабельності підприємств промисловості укрупнено становить 15-25 %. Таким чином, передбачуваний прибуток (П) розраховується за формулою 4.1.

$$\Pi = \frac{C+P}{100} \quad (4.1)$$

де С – повна собівартість продукції, грн;

Р – середньогалузевий рівень рентабельності,%.

Оптова ціна одиниці продукції визначається за формулою 4.2.

$$\Pi_{\text{опт.}} = C + \Pi \quad (4.2)$$

Витрати за статтями калькуляції при розрахунку собівартості одиниці продукції представлені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок собівартості одиниці продукції

Статті калькуляції	Витрати на 1 кг біорозкладаного полімерного матеріалу, грн.
Сировина та основні матеріали	341,1
Транспортні витрати	68,22
Допоміжний матеріал	17,055
Паливо та Енергія на технічні цілі	51,165
Основна та Додаткова заробітна плата	27,288
Відрахування на соціальні потреби	8,19
Витрати на утримання обладнання	10,93
Цехові витрати	13,65
Загальнозаводські витрати	40,93
Виробнича собівартість	578,58
Позавиробничі витрати	2,89
Повна собівартість	581,47
Передбачуваний прибуток	116,29
Оптова ціна одиниці продукції	697,764

Для обґрунтування економічної ефективності проаналізовано ринок біосорбційних матеріалів. Дані представлені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Порівняльний аналіз витрат на виробництво біосорбційного комплексу

Найменування біосорбційного комплексу	Виробник	Фасовка	Ціна, грн
Бон сорбційно-утримує БСС-10У	ТОВ «ЛАРН 32»	Кг	1300,00
Бон сорбуючий ЕКОМОБІ	ТОВ ІНОМА	Кг	700,00
Мінйони для сорбції нафти	«Lubetech» (Англія)	Кг	4700,00
ЗМР-200 МІНІ-БОНИ СОРБУЮЧІ	ТОВ «МТ- Еталон»	Кг	804,00
ЗМ Т-4/ТМ 1001 міні-бони сорбуючі ЗМ для нафтопродуктів	ТОВ «МТ- Еталон»	Кг	710,00
Отриманий біосорбційний комплекс	-	Кг	697,764

На підставі порівняльного аналізу існуючих на ринку сорбційних комплексів, можна зробити висновок, що отриманий адсорбційний комплекс доцільно впроваджувати на ринок, так як він економічно вигідний.

Ціна отриманого біосорбційного комплексу в середньому на кілька порядків дешевше представлених на ринку.

#### 4.4 Витрати на оплату праці

Для виконання методу потрібен персонал, а саме 4 водолази для під'єднання системи нафтосорбуючих бонів та для збирання їх для подальшого дослідження в лабораторних умовах. В аспекті методу обираємо пряму погодинну систему оплати праці та розраховуємо її за формулою:

$$ЗП_{\text{погод}}^{\text{пряма}} = ТС \times t, \text{ грн}$$

де  $t$  – кількість відпрацьованих працівником годин, год;

ТС – тарифна ставка оплати праці, грн/год.



Для водолаза середня оплата праці в Україні 124 грн/год. Для виконання процесу підселення асцидій для двох водолазів необхідно 5 годин, для збирання для подальшого дослідження – 5 годин. Отже, сумарна кількість годин роботи двох водолазів становить 20 годин.

$$ЗП_{\text{погод}}^{\text{пряма}} = 124 \times 20 = 2480 \text{ грн.}$$

#### 4.5 Цільові групи потенційних клієнтів

Для обґрунтування потенційних клієнтів можна виявити групи, яким можна запропонувати до застосування наведений вище метод нафто-сорбування. У табл.4.6 представлені обрані цільові групи.

Таблиця 4.6 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п.п	Опис цільової групи потенційних клієнтів	Орієнтований попит цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Промислові підприємства	Середній	Низька	Середня
2	Держава	Високий	Низька	Середня
	Науково-дослідні установи	Високий	Низька	Середня

У якості стратегії охоплення ринку обрано стратегію спрощену недиференційовану, так як запропонований метод має у собі мінімальні функціональні властивості (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проєкту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентні позиції
Ринкові можливості посилення ідеї стартап-проєкту	Спрощена недиференційована	Ефективність, екологічність

#### 4.7 Канали збуту

Для повної реалізації стартап-проєкту необхідно залучати канали збуту. У табл. 4.8 визначено оптимальну систему збуту та її функції.

Таблиця 4.8 – Канали збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту	Оптимальна система збуту
Науково-дослідні установи, екологічні фірми	Започаткування виконання методу	Традиційна

#### 4.8 Бізнес-модель проєкту

При розробленні стартап-проєкту без бізнес-моделі неможливо запустити його успішно. Потрібно мати чітке уявлення про цілі і способи їх досягнення. Саме це і є бізнес модель стартапу –логічне розуміння і відображення того, як функціонує бізнес на всіх рівнях, а також яким чином стартап приваблює клієнтів і заробляє гроші. В ідеалі таке подання має мати графічне або схематичне відображення (табл.4.9).

Таблиця 4.9 – Структура бізнес-моделі впроваджуваного методу

Ключові партнери	Ключові види діяльності	Цінність пропозиції	Споживачі сегменти
ТОВ «SEA ГРУП»	Локалізація нафтових плям, фільтрація	Екологічність, висока ефективність.	Промислові підприємства, держава, науково-дослідні установи
	Ключові ресурси	Канали збуту	
	Асцидії, водолази	Науково-дослідні установи, екологічні фірми	
Прямі матеріальні витрати: 697,764 грн. Витрати на оплату праці: 2480 грн.			

## Висновки до 4 розділу

Розроблений біосорбційний комплекс можна використовувати для очищення природних вод у вигляді бонових загороджень. Бонові загородження є основними засобами локалізації розливів нафти і нафтопродуктів в акваторіях.

Відмінні переваги бона: простота конструкції, експлуатації, можливість тривалого зберігання (не менше 5 років); простота утилізації в порівнянні з синтетичними сорбентами; можливість повторного використання оболонки після її відмивання від нафтопродуктів водним розчином ТМС-2 в ОУ або іншими диспергентами (СПАВ).

На підставі порівняльного аналізу існуючих на ринку сорбційних комплексів, можна зробити висновок, що отриманий адсорбційний комплекс доцільно впроваджувати на ринок, так як він економічно вигідний.

Ціна отриманого біосорбційного комплексу в середньому на кілька порядків дешевше представлених на ринку.

## ВИСНОВКИ

В ході дослідження було визначено наступні висновки:

1. Основними факторами, що визначають погіршення якості морського середовища біля одеського узбережжя, є надмірне накопичення органічної речовини і бактеріальне забруднення. Вміст нафтопродуктів, цинку і ртуті посилює негативну екотоксикологічну обстановку в прибережній зоні. Якість вод у басейнах визначається головним чином швидкістю хіміко-біологічних процесів, що протікають в екосистемі.

2. Характеристика гідрологічних і морфологічних умов Одеської затоки, просторової і сезонної мінливості основних гідрохімічних параметрів і рівня забруднення, а також основні тенденції сучасної еволюції його екосистеми наведені в роботі. Також у роботі наведено хімічний і мікробіологічний склад зливових вод, що надходять в морське середовище від основних міських зливовипусків. Результати досліджень свідчать, що внаслідок особливостей гідрології району, високого рівня фонового забруднення, зниження здатності вод до самоочищення від органічних забруднюючих речовин, а також загальної тенденції до деградації екосистеми, випуск неочищених зливових вод в морі в межах Одеської затоки в даний час неприпустимий. Зроблено висновок про те, що скидання зливових вод в море повинна передувати глибоке очищення і дезінфекція.

3. Аналіз наведеної інформації про кількість забруднюючих речовин, що надходять зі стічними водами антропогенних джерел забруднення, показав, що найбільш потужними з ідентифікованих джерел забруднення морського середовища є СБО «Південна» і «Північна». У сумі вони постачають в морське середовище 39% нітратів, 82% нітритів, 93% амонійного азоту, 94% фосфатів, 59% органічних речовин і 64% синтетичних поверхнево активних речовин (СПАВ) від загальної їх кількості, що надходить від антропогенних джерел.

4. На всіх підприємствах випуски технічної води розташовані в безпосередній близькості від берега. Середня глибина моря в районі випусків

технічної води для підприємства ІМРП становить 2,5 м, портовий холодильник і ЗАТ «Одеська цукрова компанія» - 3,0 м, СРЗ «Україна» - 8 м, станція кондиціонування повітря морвокзалу Одеського порту - 9,5 м, ОТЭЦ - 1,5 м. Випуск стічних вод СОБВ - береговий.

5. Індекс евтрофікації вод Севастопольського узмор'я і навіть Севастопольської бухти, на берегах якої знаходиться значна кількість антропогенних джерел евтрофування вод, істотно менше, ніж в Одеському районі, що свідчить на користь значного впливу річкового стоку на евтрофування вод досліджуваної акваторії.

6. Характерне для району значення індексу E-TRIX становить 6.0. Індекс евтрофікації вод Севастопольського узмор'я і навіть Севастопольської бухти, на берегах якої знаходиться значна кількість антропогенних джерел евтрофування вод, істотно менше, ніж в Одеському районі, що свідчить на користь значного впливу річкового стоку на евтрофування вод досліджуваної акваторії.

7. За ступенем евтрофування води Одеського району ПЗЧМ поступаються лише водам Варненської затоки і близькі до вод болгарського узмор'я Чорного моря. Характерне для району значення індексу E-TRIX становить 6.0.

8. Нафтовмісні води поділяються на дві різні групи: перша – це води природних водойм, забруднені в результаті аварійних і не санкціонованих скидів нафтопродуктів, а також за рахунок поверхневих стоків з міських і промислових майданчиків. Друга – це стічні води, що утворюються в результаті технологічних процесів на об'єктах видобутку, зберігання, переробки і транспортування нафти, мийки будь-якого виду транспорту.

9. Патентний аналіз способів і технологій отримання біосорбційного комплексу показав, що серед способів очищення нафтозабруднених вод існують різні способи модифікації синтетичних і рослинних сорбентів.

10. У продовженні цих досліджень, було вирішено з'ясувати можливість отримання біосорбенту на основі рослинних і синтетичних сорбентів. Метою даного експерименту було дослідження сорбційних властивостей біосорбентів,

отриманих з синтетичних і природних матеріалів при нанесенні на них біоактиваторів і активного мулу.

Методика проведення експерименту: експеримент складався з трьох етапів. На першому етапі був проведений аналіз і вибір біоактиваторів. На другому етапі проведена підготовка сорбційних матеріалів. Заключний етап – отримання експериментальної моделі біосорбційного комплексу.

11. Розроблений біосорбційний комплекс можна використовувати для очищення природних вод у вигляді бонових загороджень. Бонові загородження є основними засобами локалізації розливів нафти і нафтопродуктів в акваторіях.

12. Відмінні переваги бона: простота конструкції, експлуатації, можливість тривалого зберігання (не менше 5 років); простота утилізації в порівнянні з синтетичними сорбентами; можливість повторного використання оболонки після її відмивання від нафтопродуктів водним розчином ТМС-2 в ОУ або іншими диспергентами (СПАВ).

13.. На підставі порівняльного аналізу існуючих на ринку сорбційних комплексів, можна зробити висновок, що отриманий адсорбційний комплекс доцільно впроваджувати на ринок, так як він економічно вигідний. Ціна отриманого біосорбційного комплексу в середньому на кілька порядків дешевше представлених на ринку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Загальнодержавна програма охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів. Причорноморський екологічний бюлетень. – 2001. - № 2 – С. 7–53.
2. Э.Н. Альтман, А.А. Безбородов, Ю.И. Практическая экология морских регионов. Черное море – Киев: Наукова думка, 1990. – 252 с.
3. Зайцев Ю.П. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Миничева Г.Г.–Киев: Наукова думка. 2006 – 701 с.
4. Тучковенко Ю.С. Оценка вклада антропогенных источников Одесского региона в загрязнение морской среды. Метеорология, кшматология та пдрология. - 2003.- № 47. - С. 130–139.
5. Методика расчета предельно допустимых сбросов (ПДС) веществ в водные объекты со сточными водами. - Харьков, 1990. - 113 с.
6. Схема ливневой канализации г. Одессы. Том I. Общая пояснительная записка. «Укрюжгипрокоммунстрой». Заказ № 5910 - Од., 1991. - 35 с.
7. Экологическое обоснование удаленных выпусков в море ливневых вод г.Одессы: Отчет о НИР, ОФ ИнБЮМ АН Украины - Од., 1990. - 172 с.
8. Стольберга Ф.В. Экология города: Учебное пособие - К.: Либра, 2000. - С. 112
9. Схема развития хозяйственно-бытовой канализации г. Одессы. «Укрюжгипрокоммунстрой». Заказ № 4689 - Од., 1980.
10. Экологическое обоснование удаленных выпусков в море ливневых вод г.Одессы: Отчет о НИР, ОФ ИнБЮМ АН Украины - Од., 1990. - 172 с.
11. Схема ливневой канализации г. Одессы. Том I. Общая пояснительная записка. «Укрюжгипрокоммунстрой». Заказ № 5910 - Од., 1991. - 35 с.



12. Кичигин В.И. Исследование физико-химических характеристик поверхностного стока населенных пунктов. Водоснабжение и санитарная техника. - 2002 г. - № 11. - С. 28-32.
13. Оценка влияния берегозащитного и противооползневого строительства в г. Одессе на экосистему береговой зоны и побережья: Отчет о НИР, ОФ ИнБЮМ НАН Украины - Од., 1994. - 123 с.
14. Жукинский В.Н. Днепровско-Бугская эстуарная экосистема Жукинский В.Н., Журавлева Л.А., Иванов А.И.- Киев: Наукова думка, 1989. - 240 с.
15. Вылканов А. Черное море. Пер. с болгарского. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 408 с.
16. Миньковская Р.Я. Роль устьевых областей крупных рек Украины в поступлении биогенных веществ в Черное море. Современное состояние экосистем Черного и Азовского морей - Крым, Донузлав. - 2005. - С. 52.
17. Стрельц Б. И. Справочник по водным ресурсам - К.: Урожай, 1987. - 340 с.
18. Звіт про стан навколишнього природного середовища в Одеській області в 2002 році. Причорноморський екологічний бюлетень. 2003. – № 2. – С. 5–88.
19. Доценко С.А. Специфические черты гидрологического и гидрохимического режимов и уровень загрязнения прибрежной зоны моря в районе Одессы. Исследования шельфовой зоны Азово-Черноморского бассейна: Сб. научн. тр.- Севастополь: МГИ НАНУ- 1995.-С.31-43.
20. Тучковенко Ю.С. Влияние гидрологических условий на изменчивость гидрохимических и гидробиологических характеристик вод Одесского региона северо-западной части Черного моря. Морський екологічний журнал. - № 4. - С. 75-85.

21. Гаркавая Г.П. Районирование Украинского сектора северо-западной части Черного моря (по гидрофизическим и гидрохимическим характеристикам). Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. - Севастополь, 2000. - С. 9-24.
22. Водний кодекс Украши. Збхрник законодавчих актхв Украши про охорону навколишнього природного середовища. Т.1 - Чершвцг „Зелена Буковина”, 1997. - С.283-304.
23. Тимченко З.В. Методика оценки экологического состояния малых рек. Статистичний мошторинг екологчного стану региону, галузг - Житомир-Киев, 1997. - С. 104-108.
24. Тимченко З.В. Методика оценки экологического состояния малых рек. Статистичний мошторинг екологчного стану региону, галузг - Житомир-Киев, 1997. - С. 104-108.
25. Moncheva S., Doncheva V. Eutrophication index (TRIX) - an operational tool for the Black Sea coastal water ecological quality assessment and monitoring. Internat. symposium “The Black Sea ecological problems” - Odessa, SCSEIO, 2000. - P.178-185.
26. Сафранов Т.А., Чугай А.В., Тимченко З.В. Возможности оценки качества морской среды. Екологчш проблеми Чорного моря - Одеса: ЦНТЕПІ ОНЮА, 2003. - С. 291-295.
27. Vollenveider R.A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbiditi and generalized water quality index. Environmetrics - 1998. - № 9. - P.329-357.
28. Moncheva S., Doncheva V. Eutrophication index (TRIX) - an operational tool for the Black Sea coastal water ecological quality assessment and monitoring.

Internat. symposium “The Black Sea ecological problems” - Odessa, SCSEIO, 2000. - P.178-185.

29. Губанов В.И., Мальченко Ю.А. Диагноз современного состояния вод Севастопольского взморья (Черное море) по результатам мониторинга гидрохимических характеристик. Екологічна безпека прибережних та шельфових зон та комплексне використання ресурсів шельфу - Севастополь, 2005. - С.141-148.

30. Шведчиков, Г.В. Патент РФ №2340393 Способ получения сорбентов для жидких углеводородов. Бюлл. изобр. - 2008. № 34.

31. Руднева, И.И. Ответные реакции молоди черноморской кефали на загрязнение мазутом. Экология. - 2000. - № 4. - С. 304-306.

32. Биопрепараты для ликвидации загрязнений нефтью, нефтепродуктами, другими органическими соединениями. Экологический вестник России. - 2001, № 4.

33. Борьба с нефтяным загрязнением морей. Нефтяная промышленность. Серия «Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности». Обзорная информация. - М., 2002.

34. Горожанкина, Г.И., Пинчукова, Л.И. Сорбенты для сбора нефти: сравнительные характеристики и особенности применения. Трубопроводный транспорт нефти. 2010. № 4. С. 12-17.

35. Бордунов, В.В., Коваль, Е.О., Соболев, И.А. Полимерные волокнистые сорбенты для сбора нефти. Нефтегазовые технологии. 2000. № 6. С. 30-31.

36. Данилов, В.А., Миронов О.Г., Серлин И.М. Борьба с аварийными разливами нефти. - Киев, 2004.

37. Долгоносов, Б.М. Проблемы обеспечения качества воды в природно-технологическом комплексе водоснабжения. Инженерная экология. - 2003. - № 5. - С. 2-14.

38. Жмур, Н.С. Государственный и производственный контроль токсичности вод методами биотестирования в России - М.: Международный Дом Сотрудничества, 2011. - 117 с.
39. Кнатько, В.М., Кнатько, М.В., Юлин, В.А. Сорбент для очистки объектов окружающей среды. Экологические системы и приборы. 2004. № 12. С. 38.
40. Методика определения токсичности воды по смертности и изменению плодовитости дафний. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.5 2008 - М.: «АКВАРОС», 2001. - 35 с.
41. Миронов, О.Г. Результаты изучения токсичности и биоразлагаемости некоторых диспергентов в морской воде. Экспериментальная водная токсикология. - 2005. - № 10. - С. 122-129.
42. Миронов О.Г. Взаимодействие морских организмов с нефтяными углеводородами. О.Г. Миронов. - Л.: Гидрометеиздат, 2001. - 128 с.
43. Миронов О.Г. Биологические проблемы нефтяного загрязнения морей. Гидробиол. журн. - 2001. - Т. 36, № 1. - С. 82-97.
44. Морозов, Н.В., Жукова, О.В. Биотехнологии очистки нефти и нефтепродуктов при снятии локальных нефтяных загрязнений и в очистке производственных сточных вод, основанные на применении бактериальных препаратов.
45. Мочалова, О.С. Роль диспергирующих средств в процессах трансформации и окисления нефти в водной среде. О.С. Мочалова, Н.М. Антонова, Л.М. Гурвич. Водные ресурсы. - 2002. - Т. 29, № 2. - С. 221-225.
46. Мочалова, О.С. Нефтяные аварийные разливы и роль диспергирующих средств в их ликвидации. О.С. Мочалова, Л.М. Гурвич, Н.М. Антонова. НефтеГазоПромысловый инжиниринг. - 2004. - № 1. - С. 20-23.
47. Набаткин, А.Н., Хлебников, В.Н. Применение сорбентов для ликвидации нефтяных разливов. Нефтяное хозяйство. 2002. № 11. С.61.

48. Шведчиков, Г.В. Патент РФ № 2255804 Способ получения сорбента для нефти, нефтепродуктов и жидких углеводородов. Бюлл. изобретений. - 2005. № 19 (III ч.). - 777 с.
49. Остроумов, С.А. Биологические эффекты при воздействии поверхностно активных веществ на организмы - М.: МАКС Пресс, 2001. - 334 с.
50. Биопрепараты для ликвидации загрязнений нефтью, нефтепродуктами, другими органическими соединениями. Экологический вестник России. - 2001, № 4.
51. Артемов, А.В., Пинкин, А.В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтяных загрязнений. Вода: химия и экология. 2008. № 1. С. 19 - 25.
52. Стан довкшля Чорного моря: Національна доповідь України. 1996 - 2000 роки. УкрНЦЕМ - Одеса: Астропринт, 2002. - 80 с.
53. Толмазин Д.М. Стогнныя явления в северо-западной части Черного моря. Океанология. - 1963. - вып. 5. - С. 848-852.
54. Вылканов А. М. Черное море. пер. с болгарского. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 408 с.
55. Казаков А.Л. Об использовании различной информации по ветру в прикладных исследованиях. Метеорология, климатология та гидрология. - 2005. - № 49. - С. 190-203.
56. Большаков В.С. Трансформация речных вод в Черном море. - Киев: Наукова думка, 1970. - 328 с.
57. Доценко С.А. Специфические черты гидрологического и гидрохимического режимов и уровень загрязнения прибрежной зоны моря в районе Одессы. Исследования шельфовой зоны Азово-Черноморского бассейна: Сб. научн. тр.- Севастополь: МГИ НАНУ.- 1995.-С.31-43. Калугина-Гутник А.В. Фитобентос Черного моря. - Киев: Наукова думка, 1975. - 347 с.

58. Гаркавая Г.П. Районирование Украинского сектора северо-западной части Черного моря (по гидрофизическим и гидрохимическим характеристикам). Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. - Севастополь, 2000. - С. 9-24.

59. Совга Е.Е. Районирование акватории северо-западной части черного моря при математическом моделировании шельфовых экосистем. Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу: Зб. наук. праць. - 2005. - Вип.12. - С. 421-428.

60. Берлинский Н.А. Качество водной среды и донных отложений Одесского порта программа «Глобалласт». Екологічні проблеми Чорного моря: Зб. Матеріалів до 5-го Міжнародного симпозіуму, (Одеса, 30 - 31 жовтня, 2003 р.) / Одеськ. центр наук.-техніч. та економіч. інформації - Одеса: ОЦНТЕІ, 2003. - С. 65-68.

61. Климентьев И.И., Бабич И.В. Санитарно-гигиенические аспекты состояния прибрежной зоны г. Одессы. Экологические проблемы Черного моря. Сб. научн. ст. Одес. центр научн.-технич. и эконом. информации - Одесса: ОЦНТИ, 1999. - С. 112-116.

62. Корчак Г.И., Харина Л.А. Санитарно-микробиологическая. Состояние загрязнения прибрежной зоны Черного моря (экономзоны Украины). Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. - 2004. - Вып. 10. - С. 123-129.

63. Характеристика морских вод и основных источников загрязнения рекреационной зоны г. Одессы. Труды международной научно-практической конференции «Экологические проблемы Одесского региона и их решение». - Одесса, 1995. - С. 148-152.

64. Куделша С.Б. Прибережна зона Одеської області рівень антропогенного навантаження та екологічний стан. Экологические проблемы

Черного моря. Сб. научн. ст. Одеси центр научн.-технич. и эконом. информации - Одесса: ОЦНТИ, 1999. - С. 122-125.

65. Оценка влияния берегозащитного и противооползневоего строительства в г. Одессе на экосистему береговой зоны и побережья: Отчет о НИР, ОФ ИнБЮМ НАН Украины; шифр темы: 7/90. - Од., 1994. - 123 с.

66. Ausbah bei PUR. Kunststoffe. 2001. -Y.91. - № 8. - S. 12.