

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра водних біоресурсів та
аквакультури

Кваліфікаційна робота магістра

на тему: **СТАН ОРГАНІЗМУ ДЕЯКИХ ВИДІВ РИБ В УМОВАХ
АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ**

Виконав студент 2 курсу групи МВБ-22
спеціальності 207 Водні біоресурси та
аквакультура

Довбиш Руслан Русланович

Керівник ст. викл.

Безик Ксенія Ігорівна

Консультант д.с-г.н., проф.

Шекк Павло Володимирович

Рецензент д.е.н., проф.

Сербов Микола Георгійович

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Природоохоронний

Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

Рівень вищої освіти: магістр

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Бургаз М.І

к.б.н., доц.

“ 23 ” жовтня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Довбишу Руслану Руслановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Стан організму деяких видів риб в умовах антропогенного впливу

керівник роботи Безик Ксенія Ігорівна, старший викладач

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 16 жовтня 2023 року № 215-с

2. Строк подання студентом роботи 8 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Робота присвячена вивченню ефективних методологічних та методичних підходів до системного визначення дослідження стану іхтіофауни водних екосистем під впливом антропогенних факторів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз наявної в літературі інформації щодо негативного впливу господарської діяльності на стан організму деяких видів риб.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Обов'язковими є рисунки що ілюструють дослідження, графіки та таблиці, які характеризують ті чи інші показники, що використовуються для аналізу та прогнозів необхідних для вирішення поставлених задач.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
I	Шекк П.В. – д.с-г.н. проф. каф. водних біоресурсів та аквакультури	02.11.23	02.11.23
II	Шекк П.В. – д.с-г.н. проф. каф. водних біоресурсів та аквакультури	12.11.23	12.11.23
III	Шекк П.В. – д.с-г.н. проф. каф. водних біоресурсів та аквакультури	18.11.23	18.11.23

7. Дата видачі завдання 23.10.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Аналіз наукової літератури з досліджуваної теми. Написання першого розділу магістерської роботи	23.10.23 – 02.11.23	85.0	добре
2	Написання другого розділу магістерської роботи.	03.11.23 – 12.11.23	85.0	добре
3	Рубіжна атестація	13.11.23- 17.11.23	85.0	добре
4	Написання третього розділу магістерської роботи.	18.11.23 – 25.11.23	85.0	добре
5	Написання висновків магістерської роботи. Оформлення магістерської роботи.	26.11.23 – 30.11.23	85.0	добре
6	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку	01.12.23 – 02.12.23	85.0	добре
7	Перевірка роботи зав. кафедрою	03.12.2023		
8	Отримання рецензії	04.12.2023		
9	Перевірка роботи на плагіат	05.12.2023		
10	Підготовка презентації	06.12.2023		
11	Попередній захист роботи на кафедрі	07.12.2023		
12	Надання роботи до деканату	08.12.2023		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		85.0	добре

Студент _____

(підпис)

Довбиш Р.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Безик К.І.

(прізвище та ініціали)

Анотація

СТАН ОРГАНІЗМУ ДЕЯКИХ ВИДІВ РИБ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

Довбиш Р.Р., магістр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури

Останні десятиліття світова екосистема значно потерпає від прояву людської недбалості. З розвитком людства, запровадженням сучасних технологій ця еволюція знаходить негативне відображення на навколишньому середовищі.

Водні екосистеми є важливим інтегральним компонентом біосфери, забезпечуючи різноманіття видів та забезпечуючи життя для численних організмів. Однак, в останні десятиліття, антропогенний вплив значно підірвав екологічну рівновагу водних екосистем. Вплив антропогенної діяльності на природні екосистеми, зокрема водні біотопи, викликає серйозні зміни в стані організмів різноманітних видів риб.

Цей проблемний аспект водних екосистем в останні десятиліття став предметом уваги багатьох досліджень та дебатів у науковому співтоваристві. Зростання промислової, сільськогосподарської та іншої діяльності людини призводить до викидів різноманітних забруднюючих речовин у водні ресурси, що ставить під загрозу екологічний баланс та здоров'я водних екосистем.

Метою даної роботи стало дослідження стану організму деяких видів риб під впливом антропогенних факторів.

Магістерська кваліфікаційна робота представлена на 69 сторінках і включає в себе 12 рисунків та 3 таблиці, 80 переліків джерел посилань.

Ключові слова: різноманіття, антропогенний вплив, забруднення, гідросфера, екосистема, навантаження.

SUMMARY

THE STATE OF THE ORGANISM OF PARTICULAR FISH SPECIES UNDER THE ANTHROPOGENIC INFLUENCE

Dovbysh R.R., Master of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture

Over the past decades, the global ecosystem has suffered significantly from human negligence. With the development of humanity and the introduction of modern technologies, this evolution has a negative impact on the environment.

Aquatic ecosystems are an important integral component of the biosphere, providing diversity of species and sustaining life for numerous organisms. However, in recent decades, anthropogenic impacts have significantly undermined the ecological balance of aquatic ecosystems. The impact of anthropogenic activities on natural ecosystems, in particular aquatic habitats, causes serious changes in the state of organisms of various fish species.

In recent decades, this problematic aspect of aquatic ecosystems has been the subject of much research and debate in the scientific community. The growth of industrial, agricultural and other human activities leads to the release of various pollutants into water resources, which threatens the ecological balance and health of aquatic ecosystems.

The aim of this work was to study the state of some fish species under the influence of anthropogenic factors.

The master's qualification work is presented on 69 pages and includes 12 figures and 3 tables, 80 lists of references.

Key words: biodiversity, anthropogenic impact, pollution, hydrosphere, ecosystem, load.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ПОНЯТТЯ ТА НАСЛІДК АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ВОДНУ ЕКОСИСТЕМУ	9
1.1. Поняття та види антропогенного впливу на водні екосистеми	9
1.2. Загальна характеристика токсичних речовин та шляхи їх надходження до водних екосистем	17
1.3. Посилення антропогенного преса на іхтіофауну водних екосистем	23
2. ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ОРГАНІЗМІВ РИБ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	27
2.1. Різновиди риб у водних екосистемах та стан їх організмів	28
2.2. Вплив різних факторів на стан організмів риб	31
2.2.1. Вплив хімічних факторів.....	32
2.2.3. Вплив біологічних факторів	35
2.2.3. Вплив фізичних факторів	38
2.2.4. Вплив пестицидів.....	39
3. ЗАХОДИ ПОКРАЩЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ЗАХИСТУ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ	42
3.1. Очищення води міжнародний досвід.....	45
3.2. Покращення водного середовища	47
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	

ВСТУП

Останні десятиліття світова екосистема значно потерпає від прояву людської недбалості. З розвитком людства, запровадженням сучасних технологій ця еволюція знаходить негативне відображення на навколишньому середовищі.

Водні екосистеми є важливим інтегральним компонентом біосфери, забезпечуючи різноманіття видів та забезпечуючи життя для численних організмів. Однак, в останні десятиліття, антропогенний вплив значно підірвав екологічну рівновагу водних екосистем. Вплив антропогенної діяльності на природні екосистеми, зокрема водні біотопи, викликає серйозні зміни в стані організмів різноманітних видів риб. Цей проблемний аспект екології водних екосистем в останні десятиліття став предметом уваги багатьох досліджень та дебатів у науковому співтоваристві. Зростання промислової, сільськогосподарської та іншої діяльності людини призводить до викидів різноманітних забруднюючих речовин у водні ресурси, що ставить під загрозу екологічний баланс та здоров'я водних екосистем.

Метою даної кваліфікаційної роботи – є дослідження стану організму деяких видів риб під впливом антропогенних факторів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

1. Визначити поняття антропогенного впливу та його види;
2. Проаналізувати вплив антропогенних факторів на водну екосистему, виокреслити наслідки;
3. Дослідити сучасний стан гідроекосистеми під впливом антропогенних факторів;
4. Дослідити хімічні речовини та їх вплив на іхтіофауну Чорного моря;
5. Оцінити вплив природних і антропогенних чинників морської екосистеми ПЗЧМ на склад і чисельність прибережних риб;

6. Провести дослідження щодо оцінки стану організмів деяких риб під впливом антропогенних чинників;
7. Надати рекомендації щодо поліпшення стану водних екосистем.

РОЗДІЛ І ПОНЯТТЯ ТА НАСЛІДК АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ВОДНУ ЕКОСИСТЕМУ

1.1. Поняття та види антропогенного впливу на водні екосистеми

Нині вплив на водні ресурси величезний, а масштаби їх забруднення в окремих регіонах загрожують системам життєзабезпечення.

Одним з основних показників якості природних вод є іонно-сольовий склад і органічні речовини. Знання іонно-сольового складу необхідне під час оцінки питних, технічних і зрошувальних властивостей води.

У процесі розвитку народного господарства залучаються всі компоненти природного середовища, що призводить до зміни ландшафтів, забруднення ґрунтів, атмосфери, гідросфери.

Під забрудненням водних ресурсів розуміють будь-які зміни фізичних, хімічних і біологічних властивостей води у водоймах у зв'язку зі скиданням у них рідких, твердих і газоподібних речовин, які роблять воду цих водойм небезпечною для використання, завдаючи шкоди народному господарству, здоров'ю та безпеці населення.

Виділяють кілька типів забруднення:

механічне - підвищення вмісту механічних домішок, властиве переважно поверхневим видам забруднень;

хімічне - наявність у воді органічних і неорганічних речовин токсичної та нетоксичної дії;

бактеріальне та біологічне - наявність у воді різноманітних патогенних мікроорганізмів, грибів і водоростей;

радіоактивне - присутність радіоактивних речовин у поверхневих або підземних водах;

теплове - випуск у водойми підігрітих вод теплових і атомних ЕС.

Джерела забруднення. Основними джерелами забруднення водойм є недостатньо очищені стічні води промислових і комунальних підприємств, великих тваринницьких комплексів, відходи виробництва під час розроблення рудних копалин, оброблення та сплаву лісоматеріалів, скиди водного та залізничного транспорту.

Забруднювальні речовини, потрапляючи до природних водойм, призводять до якісних змін води, які здебільшого проявляються у зміні фізичних властивостей води, як-от неприємний запах, присмак; відбувається зміна хімічного складу води та появи в ній небезпечних речовин.

Виробничі стічні води забруднені здебільшого відходами та скидами виробництв. У стоках виробництв містяться нафтопродукти, аміак, смоли та інші речовини. Крім того, нафта і нафтопродукти, потрапляючи у водойми, створюють різні форми забруднення: розчинені або емульговані у воді, нафтову плівку, що плаває на воді. Плівка, що гальмує процеси реаерації. Під час надходження у воду нафтопродуктів змінюються запах, смак, забарвлення, поверхневий натяг, в'язкість води, зменшується кількість кисню, з'являються шкідливі речовини, вода набуває токсичних властивостей і становить загрозу не тільки для людини.

Досить небезпечним забруднювачем промислових вод є фенол. При надходженні таких стоків у водойми порушується процес самоочищення, вода набуває специфічного запаху карболки.

На життя населення водойм згубно впливають стічні води целюлозно-паперової промисловості.

Серйозні наслідки у водних організмів виникають за підвищеного вмісту у воді важких металів.

Причиною органічних забруднень водойм також є стічні води, що містять рослинні волокна, тваринні та рослинні жири, фекальну масу, залишки плодів і овочів, відходи шкіряної промисловості, цукрових і пивоварних заводів, підприємств м'ясо-молочної та кондитерської промисловості.

Великою мірою забруднюють водойми мийні синтетичні засоби, широко використовувані в побуті. Вони знаходять широке застосування в промисловості та сільському господарстві. Хімічні речовини, що містяться в них, надходячи зі стічними водами в річки й озера, чинять значний вплив на біологічний і фізичний режими водойм.

Велику небезпеку для водойм становить поверхневий стік із сільськогосподарських угідь, де використовують хімічні добрива, оскільки до їхнього складу часто входить азот. Одне з джерел надходження його у водойми - землі, піддані осушувальній меліорації. Усе зростаюче застосування азотних добрив, забруднення докільця азотовмісними промисловими та побутовими відходами призводить до зростання вмісту амонійного, нітритного, нітратного азоту у воді, до забруднення ними води.

У водойми надходить велика кількість забруднювальних речовин, до яких належаться :

1. Органогалогенові сполуки та речовини, які можуть утворювати такі сполуки у водному середовищі.
2. Фосфорорганічні сполуки.
3. Оловоорганічні сполуки.
6. Ціаніди.
7. Метали та їхні сполуки.
8. Миш'як та його сполуки.
9. Біоциди та продукти захисту рослин.

У природних екологічних системах важливо враховувати взаємодію природних та антропогенних факторів, оскільки присутність людини та її об'єктів може значно впливати на екосистеми. Зазвичай, аналіз таких систем базується на розгляді стійких зв'язків між природними складовими, при цьому враховуючи тимчасовий вплив антропогенних факторів, які тимчасово вважаються зовнішніми.

Важливо відзначити, що в такій аналітичній структурі необхідно зосередитися на постійних взаємозв'язках природних компонентів,

враховуючи тимчасовий вплив людської діяльності, який розглядається як зовнішній чинник. Такий підхід дозволяє охопити різноманітні екологічні сценарії, включаючи як безлюдні природні території, так і ділянки, де людський вплив відчувається лише тимчасово, наприклад, в місцях невеликого тимчасового відпочинку або на дослідницьких ділянках природних об'єктів. Цей підхід розширює поняття природних екосистем, враховуючи їхню динаміку та взаємодію з антропогенними факторами, і відкриває можливості для більш глибокого розуміння природних процесів та їх впливу на навколишнє середовище.

Широкомасштабні дослідження різних видів впливу на складові компоненти біосфери розпочались лише з другої половини ХХ ст., коли людство усвідомило небезпеку глобальної екологічної кризи. Існують різні класифікації антропогенних впливів, запропоновані географами й екологами – А. Костровіцьким, Ф. Мільковим, Н. Чепурко, М. Пржевозняком [17].

Існує декілька видів антропогенного, техногенного впливу, що значно впливають на природне середовище. На початку ХХІ століття важливо доповнити цю типізацію новим, потенційно небезпечним фактором - впливом генетично модифікованих організмів [3].

1. Сельбищний вплив: Глобальний, стійкий та з непередбачуваними екологічними наслідками, особливо в сучасних агломераціях. Застосування детергентів призводить до забруднення ґрунтів і водних ресурсів, а також до збільшення обсягу побутових відходів.

2. Аграрний вплив: Тривалий та масштабний, з незворотніми наслідками для природних ландшафтів. Зниження площі сільськогосподарських угідь спостерігається, що призводить до екологічних проблем, таких як забруднення та ерозія ґрунтів.

3. Лісоексплуатаційний вплив: Один із найдавніших та тривалих видів антропогенного впливу, із значущими наслідками для ґрунтів та біорізноманіття. Зменшення площі лісів призводить до загострення проблем ерозії та втрати ґрунто- та водозахисної функції лісів.

4. Промисловий вплив: З великими забрудненнями довкілля, особливо великих промислових центрах. Викиди забруднюючих речовин та парникових газів призводять до серйозних екологічних проблем. В Україні найбільшими забруднювачами життєвого середовища є великі промислові підприємства. У 2018 р. викиди забруднюючих речовин у найбільших промислових центрах становили (тис. т): у Кривому Розі – 395,0, Маріуполі – 364,3, Луганську – 160,7, Дніпропетровську – 110,0, Запоріжжі – 109,6 (стат щор-к).

5. Меліоративний вплив: Залежить від виду та масштабу меліорації. Цей вид впливу є тривалим та регіональним, а його припинення може призвести до ренатуралізації ландшафтів протягом тривалого періоду.

6. Узагальнено, антропогенний вплив на природне середовище визначається різноманітністю та ступенем його інтенсивності, викликаючи значні зміни в екосистемах та потребуючи прискорених заходів з охорони довкілля.

7. Радіоактивний вплив проявляється в глобальному масштабі, адже є довгоіснуючі радіоактивні ізотопи, що відзначаються високою мобільністю. Розсіюючись у атмосфері, проникаючи у ґрунт та водне середовище, вони створюють тривалу загрозу для людини та біоти. Внаслідок екологічної катастрофи в Україні у 1986 р. на Чорнобильській атомній електростанції загальна площа забруднених територій ($^{137}\text{Cs} > 37 \text{ кБк/м}^2$) становить 42,8 тис. км² [13].

8. Вплив генетично модифікованих організмів. Цей вплив став небезпечним із 80-их років ХХ ст., коли генетично модифіковані (ГМ) сільськогосподарські культури почали активно вирощувати і реалізовувати в США. Основні посівні площі їх поширені у США, Аргентині, Китаї, Бразилії, Австралії.

Водні середовища – одна із екосистем, яка значно потерпає від антропогенних факторів. Водні ресурси стали об'єктом постійної турботи та наукового вивчення через їхню ключову роль у підтримці біорізноманіття та

забезпеченні життєважливих функцій для людини. Зростаюча індустріалізація, агропромислова діяльність та міське населення призводять до вивільнення різноманітних забруднюючих речовин у водойми, порушуючи традиційну екологічну рівновагу.

У відповідності до ДСТУ 3041-95, забруднення води визначається як введення у водну систему фізичних, хімічних або біологічних речовин або енергії, що призводить до погіршення якості води. Розглядаючи аспекти проблеми забруднення природних водойм та гідросфери загалом, можна виділити три основних напрямки, які допомагають зрозуміти складність і величезний масштаб цієї проблеми:

- Наслідки забруднення гідросфери;
- Різновиди забруднення природних водойм;
- Основні джерела забруднення природних водойм.

Забруднення водойм залежить від різних факторів міграції речовин в аквальних системах, серед яких найважливішими є ступінь проточності водойми (річка, озеро, водосховище), маса і склад гідрополлютантов, температура і склад води, насиченість її органікою, тип басейну, кількість і склад рослин і тварин водойми. Цими факторами визначається співвідношення між осадженням, розведенням, виносом і гідро - і біохімічної трансформацією забруднювачів, тобто шляхами самоочищення водойми. Загальна маса забруднювачів гідросфери величезна - близько 15 млрд т в рік. До найбільш небезпечних забруднювачів відносяться солі важких металів, феноли, пестициди та інші органічні отрути, нафтопродукти, насичена бактеріями біогенна органіка, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) і мінеральні добрива.

Забруднення природних середовищ викликає необоротні зміни у характері та властивостях навколишнього середовища, спричиняючи негативний вплив на розвиток живих організмів. Масштаби та ступінь цих наслідків залежать від інтенсивності та характеру забруднення, а також від

властивостей екосистеми, включаючи її здатність до самоочищення та стійкість до зовнішніх впливів. Розробка ефективних заходів запобігання забруднення навколишнього середовища є важливим компонентом охорони природи.

Важливим етапом у розумінні стану водного середовища є виділення трьох стадій забруднення природних вод:

1. Забруднюючі речовини у воді перевищують фоновий рівень, але залишаються нижчими за гранично допустимий рівень. Властивості води зберігаються в межах норми, хоча спостерігаються зміни, які не перешкоджають використанню води для побутових і промислових потреб. Однак наявність забруднення свідчить про наявність джерела забруднення.

2. Концентрація забруднюючих речовин досягає гранично допустимого рівня або трохи перевищує його. Площа забруднення (для підземних вод) знаходиться в діапазоні 0,02-0,5 км².

3. Вміст забруднюючих речовин значно (в декілька разів) перевищує гранично допустимий рівень. Площа забруднення (для підземних вод) перевищує 0,5-1,0 км² та може бути ще більшою. Ці стадії слугують важливими критеріями для визначення серйозності та масштабів забруднення, допомагаючи розробляти ефективні заходи з управління та відновлення водних ресурсів.

Фізичне забруднення водойм включає збільшення кількості нерозчинних компонентів, таких як пісок та глина, в результаті стічних вод та ерозії, що призводить до обміління річок і замулювання озер. Це впливає на якість води та кругообіг речовин у водоймах.

Хімічне забруднення вод включає потрапляння органічних і неорганічних компонентів, змінюючи хімічний склад води. Багато хімічних речовин є токсичними, і їх потрапляння може призвести до евтрофікації водойм та інших проблем.

Біологічне забруднення включає потрапляння живої природи у води, що може бути бактеріологічним або біологічним. Бактеріологічне

забруднення викликає загрозу для здоров'я, тоді як біологічне може призвести до порушення біологічної рівноваги.

Теплове забруднення полягає в потраплянні нагрітої води, що може викликати замор та сприяти розвитку водоростей та евтрофікації.

Радіоактивне забруднення водою виникає внаслідок потрапляння радіонуклідів від підприємств ядерної енергетики та інших джерел, що може мати негативний вплив на живі організми.

До наслідків зміни антропогенного забруднення води - зміна клімату є ще одним серйозним впливом на водні екосистеми. Внески вказують, що надходження забруднювачів і поживних речовин у водні системи суттєво порушує структуру і функції природного скупчення мікробів, що призводить до зменшення різноманітності видів, посилення гетеротрофності та зростання чисельності потенційно вірулентні/токсичні мікроби [36]. Деякі з цих локальних подій забруднення також можуть посилювати наслідки зміни клімату глобального масштабу стимулюючи події, такі як описане вище цвітіння *Vibrio* або цвітіння ціанобактерій або водоростей, що призводить до загибелі водних організмів тварин через аноксію або вироблення токсинів [32].

Ще одним потужним джерелом забруднення природних водою є комунально-побутові стічні води, які включають стічні води міст і селищ. Ці стічні води мають в собі різноманітні компоненти, такі як миючі засоби, органічні речовини, і біогенні компоненти, включаючи фекалії. Викидання таких стоків у природні водойми сприяє розвитку їхнього евтрофування через наявність значної кількості органічних речовин та сполук фосфору і азоту.

Це забруднення може мати серйозні наслідки, такі як високий рівень харчових речовин у водоймі, що може призвести до надмірного росту водоростей і розмноження мікроорганізмів. Крім того, наявність різних збудників хвороб, таких як яйця гельмінтів, анізакіди, хвороботворні віруси і бактерії, робить ці водойми потенційно небезпечними для здоров'я людей і

тварин. Ефективне вирішення цієї проблеми можливе лише шляхом належної організації роботи каналізаційних мереж та ефективної очистки стічних вод перед їх викиданням в природу. Розробка та впровадження відповідних технологій та стратегій може сприяти збереженню водних ресурсів та забезпеченню безпеки водних екосистем.

Джерелами забруднення природних вод нафтою і нафтопродуктами є нафтодобувні та нафтопереробні підприємства, бази та флот. Причинами забруднення водойм є аварійні розливи нафти і нафтопродуктів. Особливою проблемою нафтодобування є вилучення разом з нафтою пластових вод, які характеризуються високою мінералізацією і високим вмістом нафтопродуктів (до 3-10 г/дм³).

Внаслідок своєї ізольованості від Світового океану Азовське и Чорне море мають високу чутливість до господарської діяльності, наслідком якої є значний антропогенний вплив на морську екосистему, а також морські екосистемні послуги.

Одним із основних елементів антропогенного впливу (ОАВ) є навколишнє середовище, яке виступає загальним об'єктом цього впливу. Поняття ОАВ охоплює не лише природні формування, а й усе, що було внесено людиною, взаємодіє з природними утвореннями, факторами та процесами, і представляє собою цілісне оточення для людини. Це впливає на її здоров'я, умови життя та господарську діяльність. Серед суб'єктів антропогенного впливу (САВ) можна виділити численні структури, які утворюються та функціонують відповідно до уявлень і бажань людини, і є складовою частиною планетарної системи Землі.

1.2. Загальна характеристика токсичних речовин та шляхи їх надходження до водних екосистем

Проблема використання водних біоресурсів і пов'язані з цим негативні наслідки повинні розглядатися у взаємозв'язку з позицією економіко-

екологічного підходу до економічної діяльності на суші та на морі, для чого в кожному конкретному випадку необхідно проводити екологічну експертизу і контролювати цю діяльність. Одним із суттєвих негативних факторів, які зазнало населення під впливом еволюції – стрімкий розвиток економіки. Будівництво житлових, соціально-комунальних об'єктів у великих і малих містах, баз і відпочинку будинків, пляжної зони, розширення лікувально-оздоровчих закладів і водного туризму, судноплавства. Це в свою чергу викликає розширення баз будівельної промисловості, збільшення забору прісної води і скидання малих вод, видобуток піску, в тому числі з моря. З розвитком судноплавства, заміна старих малотоннажних суден сучасними великотоннажними, є потреба в реконструкція портових споруд, збільшення обсягів днопоглиблення та захоронення (відсіпання). В результаті можливе збільшення обсягів перевалки в чорноморських портах сипучих і мінеральних вантажів, добрива та сировини для них, вугілля, руди та інші речовини

Вода є базовим ресурсом усіх форм життя, вона — необхідний ресурс для економічного розвитку, для здоров'я людей, стану і якості екосистем, збереження і відновлення навколишнього середовища [21].

Серед основних джерел хімічного та бактеріологічного забруднення гідросфери можна віднести сучасне сільське господарство, що широко використовує отрутохімікати (пестициди) для боротьби з шкідниками та мінеральні добрива. Надзвичайно небезпечною є хімізація сільського господарства у випадках порушення технологічних норм зберігання та використання хімічних речовин. У контрольних зонах спостерігаються тенденції до зниження рівня нафтопродуктів у поверхневих водах.

Відомо, що нафтове забруднення Світового океану є одним із найбільш поширених явищ. Від 2 до 4 % водної поверхні Тихого та Атлантичного океанів постійно покриті нафтовою плівкою. Усі види небіологічних продуктів, різні за ступенем токсичності, активно поглинають різноманітні хімічні сполуки, включаючи отрутохімікати. Ця ситуація спричинює

збільшення концентрації небезпечних хімічних речовин у різних морських біопродуктах, деякі з яких використовуються як продукти харчування. Нафтопродукти представляють серйозну загрозу для морських організмів. Еколого-токсикологічною точкою зору, нафта є токсином, який діє неспецифічно.

Особливо актуальною є проблема забруднення прибережних зон морів нафтопродуктами (НП). Відповідно до різних джерел, кількість нафтових вуглеводнів, яка потрапляє у Світовий океан, оцінюється у 5–10 мільйонів тон щорічно [4]. Майже половина цієї кількості пов'язана з транспортуванням та видобутком нафти на шельфі. Нафтове забруднення з континентальних джерел потрапляє у океан через річкові стоки та функціонування екосистем. Одна з ключових особливостей нафтового забруднення у водних стоках полягає в їхній низькій густині порівняно з водою (бензин 0,70–0,76 г/см³, дизельне паливо 0,8–0,9 г/см³, реактивне паливо 0,80–0,85 г/см³, мазут 0,94–1,0 г/см³), а також у низькій розчинності у воді. Розчинність легких фракцій нафти (наприклад, бензину) не перевищує 20–30 мг/л, для керосинів – 70–90 мг/л, а для важких фракцій – практично дорівнює нулю. Нафтопродукти у стічних водах можуть перебувати у вільному, емульсійному та розчиненому стані за дисперсним складом [14].

Вміст водою важких металів (мідь, цинк, кадмій, свинець, нікель, хром) не перевищує їхнього середнього значення водах морів і океанів, є трошки збільшеним порівняно з ГДК (1,5-2 рази) вміст заліза та ртуті. Найпоширенішими групами пестицидів є гербіциди, які використовуються для боротьби з бур'янами, інсектициди – засоби для знищення шкідливих комах у сільськогосподарських культурах, та фунгіциди – препарати для боротьби з грибковими захворюваннями рослин. Велика кількість мінеральних добрив також потрапляє в ґрунт. При розмиванні дощовими водами шкідливі хімічні речовини просочуються у ґрунт та підґрунтя, забруднюють підземні води та потрапляють у поверхневі водоймища та водотоки. Деякі пестициди виявляють високу стійкість та можуть залишатися

у ґрунті протягом понад 10 років. Це призводить до серйозних проблем забруднення гідросфери та потенційно негативного впливу на водні екосистеми та здоров'я людей.

У 50-80-ті роки ХХ століття в різних країнах весь світ широко використовувався біоциди для боротьби із так званими шкідливими водними організмами, які відомі як "смітні" гідробіонти: личинки кровососних комах (інсектициди), кліщі (акарициди), водні макрофіти (гербіциди), водорості, які спричиняють "цвітіння" води (альгіциди), молюски (молюскоциди), і риби, які вважаються шкідливими (іхтіоциди). Однак дослідження впливу біоцидів на гідробіонтів та водні екосистеми виявили багато небажаних побічних ефектів, що суттєво порушують екологічну рівновагу у водоймах, тому їх використання в останні часи обмежується або забороняється. Окрім забруднення водного середовища антропогенного походження, токсичність водних середовищ може бути спричинена метаболізмом самих гідробіонтів (природна токсичність). Наприклад, під час масового росту синьо-зелених водоростей (званого "цвітіння" води), в водному середовищі з'являється значна кількість токсичних метаболітів, які можуть призвести до загибелі зоопланктону та риб. Серед них особливо небезпечні алкалоїди, які можуть викликати серйозні отруєння нервової системи у людей і тварин [20].

Найчастіше у водоймах наявний зайвий вміст підвісних твердих речовин і ВСС5 в зоні впливу виведення стічних вод. Водночас слід відзначити певну тенденцію до зменшення загального забруднення окислювальними органічними речовинами та поживними речовинами для поліпшення очисних споруд. Під час великого дослідження у 1991-1992 роках відбулося поліпшення та зменшення забруднення морського середовища хімічними речовинами, що підтверджується відсутністю водоростей, так званих "червоних прибоїв", спостережених в останні роки. Збільшений вміст практично всіх форм поживних речовин є характерним для зон Чорного моря.

Головним фактором забруднення морів, значення якого стрімко зростає, є нафта. Цей тип забруднення потрапляє в водойми різними способами; статистика свідчить, що 45% нафтового забруднення Світового океану припадає на транспортування, де головними причинами є аварії на нафтових танкерах та інших суднах. Наприклад, у смолистому мазуті вміст 1,2-бензпірена може сягати 0,0015%. Таким чином, загальна кількість лише одного високотоксичного 1,2-бензпірена, що потрапив у морське середовище під час аварії, може становити близько 80 кг [5].

Протягом 2015–2016 років проводився аналіз проб поверхневих вод, який не показав значних кількостей важких металів, пестицидів та інших стійких органічних забруднювачів. Однак у морському середовищі виявлено токсичні речовини, такі як нафтові вуглеводні, хлоровані вуглеводні та токсичні метали. Характерними забруднюючими речовинами поверхневих вод морів гідрографічного району стали сполуки марганцю, міді, заліза та органічні речовини, перевищення ГДК яких було зафіксовано у 50–75% відібраних проб води. На екологічний стан берегових зон впливають антропогенні джерела, пов'язані з діяльністю портів, промислових підприємств, комунального господарства та сільського господарства. Крім берегових антропогенних джерел, якість морської води значно впливає стік трансформованих вод річок, які можуть впадати. Внаслідок цих факторів морське середовище отримує значну кількість поживних речовин (БР), що сприяє процесу еутрофікації і, як наслідок, призводить до змін в гідрохімічному режимі води, знижуючи їхню якість і екологічний розлад.

Під час комплексного дослідження стану Світового океану, проведеного експедицією, що включала екологів з різних країн у рамках проекту ЄС/ПРООН [16], були виявлені нові причини та речовини забруднення. Загальні висновки досліджень свідчать про те, що стан акваторії морів постраждає не лише від нафтопродуктів, що потрапляють у води, а й від продуктів фармацевтичної та парфумерної промисловості. Це вказує на необхідність удосконалення стратегій екологічного контролю та

розвитку нових методів зменшення впливу промислових виробництв на морське середовище Чорного моря.

Антропогенні прибережні джерела разом із річковим стоком БР та природними факторами визначають формування гідрохімічного режиму вод, ступінь їхньої трофічності та значущо впливають на стан морського екосистеми українського шельфу. Під час дослідження прибережних вод Державною екологічною інспекцією України зміст кисню (O_2) у прибережних водах протягом періоду дослідження в червні коливався в межах від 6,9 до 11,7 мг/дм³, а відносне насичення киснем коливалося від 89,0 до 157,0%. У жовтні, під час періоду дослідження, діапазон зміни кисню в прибережних водах, як абсолютних, так і відносних значень, був меншим. Концентрація кисню в цей період коливалася від 6,8 до 10,2 мг/дм³, а відносне насичення становило від 67,6 до 106,0%. Середнє значення вмісту кисню у червні складало 8,9 мг/дм³ (115,2% насичення), і під час періоду дослідження восени воно зменшилося до 8,5 мг/дм³ (87,4% насичення).

Концентрації загального фосфору у прибережних водах у червні та жовтні коливалися від 19,1 до 57,4 мкг/дм³. Середні значення загального фосфору у червні склали 38,3 мкг/дм³, а у жовтні — 24,2 мкг/дм³. В середньому вміст загального фосфору за два дослідження у 2019 році становив 28,6 мкг/дм³, що, згідно з екологічною класифікацією якості морської води, відповідає високому рівню (<50 мкг/дм³). Лише максимальна концентрація фосфату у червні в водах затоки (57,4 мкг/дм³) трошки перевищувала цей високий рівень і відповідала доброму рівню (від 50 до 100 мкг/дм³) згідно з екологічною класифікацією якості морської води. У жовтні вміст як фосфатного, так і загального фосфору порівняно з червнем був трошки нижчим практично в усіх районах [10].

Зміст амонійного азоту в прибережних водах середньо становив 4,8 мкг/дм³ в червні і 5,5 мкг/дм³ в жовтні. Максимальні концентрації спостерігалися в зоні впливу витоків дренажних вод – 7,6 мкг/дм³ у червні, 14,4 мкг/дм³, 15,9 мкг/дм³, 12,9 мкг/дм³ в жовтні. Загалом кількість

мінеральних азотних сполук в водах варіювала в межах від 13 до 569 мкг/дм³ без врахування зони витоків дренажних вод, з середніми значеннями 48,6 мкг/дм³ у червні та 116,8 мкг/дм³ у жовтні. Вміст органічних форм азоту переважає над сумою його мінеральних форм. У середньому органічні форми азоту перевищують суму мінеральних форм від 10 до 40 разів. Вміст загального азоту коливався в межах від 260 до 12731 мкг/дм³. З виключенням впливу дренажних вод вміст загального азоту в прибережних водах змінювався від 260 мкг/дм³ до 3061 мкг/дм³, із середніми значеннями 756 мкг/дм³ у червні та 1031 мкг/дм³ у жовтні. Високі значення вмісту загального азоту були зафіксовані в областях вод портів – 1215 мкг/дм³ [29].

1.3. Посилення антропогенного преса на іхтіофауну водних екосистем

Чорне море, як одне з найбільших та екологічно важливих внутрішніх морів Європи, стикається з серйозними проблемами, пов'язаними з антропогенним впливом на його біорізноманіття. Однією з ключових турбот є вплив антропогенного пресу на іхтіофауну водних екосистем. Одним з важливих чинників, всі аспекти впливу якого на іхтіофауну досить важко оцінити, є забруднення морської води і ґрунтів біогенними елементами і різними токсичними речовинами, вплив яких на іхтіофауну часто має опосередкований характер, а іноді безпосередньо призводить до масової загибелі риб.

Дослідницькі дані вказують на те, що антропогенний тиск на іхтіофауну вод спричиняє серйозне зменшення популяцій видів, які є об'єктом промислового лову. Це ставить під загрозу не тільки саму рибу як джерело харчування, а й призводить до руйнування екосистеми моря.

На початку і середині минулого ХХ століття в прибережних водах морів були 7 видів риб: сардину *Sardina pilchardus*, коропа звичайного *Cyprinus carpio*, чехоню, піскарку буру, бичка-голованя *Ponticola kessleri*,

бичка-сурмана *Ponticola surman* та скумбрію атлантичну. У 1979 році прісноводні риби та скумбрію атлантичну *Scomber scombrus* Linnaeus, спостерігали раніше також на Дністровському передгірловому узмор'ї. Всього було виявлено 94 види риб, включаючи 31 вид прісноводних та 18 видів солонуватоводних. В умовах регулювання річок Дністер і Дніпро, зменшення річкового стоку, прісноводні види з 70-80-х років стали зустрічатися на прибережних морських ділянках північно-західної частини Чорного моря значно рідше і в суттєво меншій кількості. У цей період скумбрія майже припинила зустрічатися через збільшення рівня забруднення північно-західної частини моря. Історичні дані про іхтіофауну прибережних вод острова Зміїний уривчасті не надають повної картини, що ускладнює аналіз довгострокових змін складу іхтіофауни. Зазначений раніше бичок скельний *Neogobius cephalarges cephalarges* (Pallas, 1814) (2 екземпляри) був перекласифікований працівниками Національного науково-природничого музею НАН України (ННПМ) у 2006 році як вид *Ponticola ratan*. Пуголовку зірчасту *Bentophilus stellatus* перекласифіковано як вид пуголовка гола *Bentophilus nudus* відповідно до сучасних таксономічних уявлень. Особливу увагу слід звернути на появу нових для даного регіону видів риб - жовтохвоста великого і губана-скельника, зуба-рика, собачки чубатого та зеленушки-рулени в цих районах. Ці теплолюбні види очевидно проникають в холодніші північні частини моря в умовах зміни клімату, підтверджуючи раніше зроблені висновки щодо триваючої медітерранізації Чорного моря.

Сучасний стан рибного господарства на внутрішніх водоймах показує, що рибні ресурси цих водойм вже досить інтенсивно використовуються промисловістю. Практично немає водойм, у яких би не було значних запасів риби, що не використовуються промислом. Внаслідок зростаючого впливу промислу, який додатково ускладнюється антропогенним тиском на екосистеми водойм (забрудненням, зміною природних факторів та іншими чинниками), обсяги промислу не збільшуються, а якість виловів падає. Це

породжує питання щодо того, чи промисел має перевагу перед рибним господарством на водоймах.

Історично склалося так, що основним напрямком використання рибних ресурсів водойм є саме промисел, що залишається провідним і досі. Це пояснюється кількома очевидними перевагами. По-перше, це швидкий результат від кожного додаткового зусилля промислу (використання човна, мережі тощо). Це зрозуміло, оскільки промисел виловлює вже готовий продукт, не витрачаючи часу та зусиль на рост риби, що відбувається природним шляхом.

Одночасно з розвитком промислового рибальства збільшилася популярність любительсько-спортивного рибальства, яке стало значною конкуренцією для промислу за обсягами улову. Наприклад, лише рибалками-любителями з Придніпров'я у 2015 році було виловлено риби приблизно в 9 разів більше, ніж промисловими методами. Частка риби, виловленої промисловим рибальством у любительських уловах, складає 57,7%, при цьому відмітно, що серед цього в 90-95% випадків улови містять цінні види риб, які ще не досягли статевої зрілості. Проте масштаби впливу цієї людської діяльності на водні екосистеми, їхню флору та фауну залишаються недостатньо визначеними. З урахуванням значного зменшення рибних запасів у внутрішніх водоймах України та розвитку любительсько-рекреаційного рибальства на них, останнє необхідно розглядати як значний чинник формування популяцій місцевих видів риб.

Евтрофікація – це збагачення води біогенними елементами, особливо азотом і фосфором, унаслідок чого зростає первинна продукція органічної речовини завдяки фотосинтезу водоростей і вищих водяних рослин.

Вміст біогенних речовин у водних екосистемах може збільшуватись з різних причин. Природна евтрофікація відбувається через автохтонні процеси, такі як розклад органічних речовин, азотфіксація, а також перехід біогенних елементів з донних відкладень у воду. Антропогенна евтрофікація, у свою чергу, є результатом впливу зовнішніх чинників та надходження

біогенних речовин із зовнішніх, алохтонних джерел. Це може бути викликано вимиванням речовин з полів, стічними водами від тваринницьких комплексів, а також муніципально-побутовими та промисловими стічними водами, які містять значні кількості азоту та фосфору. Прискорена евтрофікація може виникнути через регулювання річкового стоку, коли велика кількість біогенних елементів вимивається із затоплених ґрунтів.

Джерела антропогенної евтрофікації можна умовно поділити на три типи: урбогенна, що виникає внаслідок скидання неочищених стічних вод міських систем з вмістом фосфору та азоту; агрогенна, породжена вимиванням ґрунтовими водами та зливами мінеральних добрив із сільськогосподарських угідь; зоогенна, яка виникає внаслідок забруднення водойм від стічних вод тваринницьких ферм або від багаторазового випасу та купання великої худоби. У водних екосистемах евтрофікація призводить до масового розвитку водоростей. Отже, існує прямий корелятивний зв'язок між здатністю водоростей накопичувати біогенні елементи та їхніми потенційними можливостями масового розвитку. Тому зі зростанням умісту цих елементів в екосистемі створюються сприятливі умови для масового розвитку фітопланктону, утворення первинної продукції органічної речовини й збагачення водного середовища киснем. У водоймах з високим рівнем евтрофікації створюються несприятливі умови для існування більшості гідробіонтів. Це призводить до зменшення різноманіття видів, особливо промислово цінних видів риби. В місцях, де синьо-зелені водорості концентруються та розкладаються, спостерігається масова загибель риби через отруєння розкладом цих водоростей та дефіцит кисню, який витрачається на їхнє розкладання.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ОРГАНІЗМІВ РИБ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Антропогенне забруднення природних вод приведе до ослаблення антиоксидантної системи гідробіонтів, що супроводжується збільшенням частоти генетичних порушень у клітинах крові риб. Слід зазначити, що саме еритроцити крові є найбільш чутливою мішенню до дії активних форм кисню. Відомо, що іони важких металів можуть каталізувати утворення активних форм кисню та відігравати роль інгібіторів окремих ферментів антиоксидантної системи. У контексті визначення кількості клітин з мікроядрами та подвійними ядрами можна оцінити інтегральний вплив досить широкого спектру забруднюючих факторів водного середовища на стан морських та прісноводних риб [28].

З методичної точки зору поєднання гематологічних та цитологічних методів для вивчення гідробіонтів дозволяє прочитати інформацію про механізм токсичної дії факторів антропогенного забруднення водного середовища.

Дослідження, що аналізують вплив антропогенного забруднення річкових вод, розкривають зміни гематологічних та цитогенетичних показників гідробіонтів. Ці показники можуть бути корисні для постійного екологічного моніторингу природних вод і для оцінки потенційного токсикологічного ризику наявних хімічних речовин. Зростаюча кількість забруднювачів у річкових акваторіях, що прилягають до високоіндустріалізованих регіонів, ставить під загрозу водні екосистеми, руйнуючи їхню природну структуру і функціонування. Такий антропогенний вплив може спричинити евтрофікацію та забруднення вод, змінюючи ключові параметри всіх компонентів водної екосистеми.

2.1. Різновиди риб у водних екосистемах та стан їх організмів

Динамічні морські екосистеми мають свої унікальні властивості та зазнають постійного антропогенного втручання, що потребує ретельного вивчення та популяризації цих знань для збільшення можливостей природоохоронного спрямування життєдіяльності населення різних вікових груп [33].

Політика фронтальної економіки привела до серйозних проблем використання й експлуатації природних ресурсів як невичерпного джерела і безмежного поглинача відходів. За такого підходу досить рідко звертали увагу на співвідношення обсягів видобутку й використання ресурсів із їхніми запасами, оскільки основними факторами, які лімітують економічний розвиток, вважали виключно працю та капітал, але з роками з'ясувалося, що природні ресурси людства досить обмежені, а ті, які ми відносили до невичерпних або до таких, що здатні порівняно швидко відтворюватися, не виправдали наших оптимістичних сподівань.

Загальні запаси зообентосу в морському середовищі є досить великі і різними авторами оцінювалися в межах 13-15, 15-30, 30 та 32 млн. т [34]. У середньому від 27 млн. т до 50% [35], біомаси представлено кормовою складовою (може входити до складу раціону риб), 55,6% якої зосереджено в північно-західній частині Чорного моря [37]. І, мабуть, не буде сильним перебільшенням, якщо 50-73%, що залишилися, будуть віднесені до власне промислових (великі молюски: рапана, мідія, хамелея, тапес) і потенційно промисловим (великі краби, губки, асцидії та ін.) ресурсам зообентосу [39]. Кормова (для риб), промислова і потенційно промислова складові зообентосу в цілому являють собою біоресурсний потенціал екосистеми бенталі.

Прийнято вважати, що до кормового зообентосу відносяться невеликі його представники, зазначені в спектрі харчування риб. Молюски довжиною більше 2 см, краби з шириною карапаксу більше 3 см, поліхети, що мають тверді вапняні трубки, а також кишквополостові, голкошкірі та асцидії

умовно віднесені до некормового зообентосу [39]. Слід визнати, що у різних стадіях свого життєвого циклу (яйця чи личинка, молодь чи доросла особина) до різнорівневих харчових ланцюгів залучається більшість об'єктів зообентосу, зокрема і некормового. Личинки і яйця бентосних тварин (ларвтон), що викидаються у водну товщину, входять у спектр живлення хижого зоопланктону, личинок та молоді багатьох видів риб пелагічного комплексу (ставриди, кефалі, хамси, шпроту та ін.) [40]. У період масового розвитку бентосних безхребетних концентрація їх личинок у верхньому 200-метровому шарі моря може досягати 35,5 тис.екз. м⁻³ [42].

Зі 123 видів риб, що зустрічаються в районі, бентосоєдними є 72% [46]. Основні морські біоценози - хамелеї, мідії, фазеоліни, а також лентидії, гульдії, пітара, абри, меліни, чагарників цистозіри, зостери, філофори - є зонами від корму таких риб, як султанка, морський півень, різні , Камбала-калкан, скат морська лисиця, осетр, білуга, севрюга, смаріда, скорпена, зеленушки, морські собачки, молодь катрана та ін. У їх раціон входять різні представники донної фауни (кормовий зообентос): вищі ракоподібні (креветки *Athanas nitescens*, *Hippolyte longirostris*, *Palaemon elegans*, *Crangon crangon*; *Xantho poressa*, *Pilumnus hirtellus*, *Macropipus arcuatus*, *M. holsatus*, *Pachygrapsus marmoratus*, *Eriphia verrucosa*, *Carcinus aestuarii*), молюски (*Lentidium mediterraneum*, види сімейств *Cardiidae* та *Mytilidae*, *Abra sp.*, *Nassar.* види сімейств *Capitellidae*, *Nereidae*, *Glyceridae*, *Pectinariidae*, *Phyllodocidae*, *Spionidae*, *Eunicidae*, *Nephtyidae*, *Opheliidae*, *Syllidae*) [44].

Зообентос українського сектору Чорного моря в більшості має морський характер, основна частина якого має середземноморсько-атлантичне походження. Зведений список видів макрзообентоса, що коли-небудь реєструвалися на акваторії Чорного моря, налічує 419 видів, у тому числі *Vermes* - 146, *Crustacea* - 111, *Mollusca* - 84, інші види - 78 [45]. Різниця в 115 видів дуже істотна, проте не може бути інтерпретована простим зниженням видового багатства акваторії Чорного моря. В даному випадку слід звернути увагу на те, що в останні десятиліття не було спеціальних

досліджень з таких великих таксономічних груп, як *Porifera*, *Coelenterata*, *Nemertini* та *Turbellaria* [46].

Таблиця 2.1. Кількість видів макрозообентосу Чорного моря за основними систематичними групами

Таксон	Чорне море		
	до 1967	1973- 2005	2020- 2023
Porifera	20	6	20
Coelenterata	27	9	29
Nemertini	11	3	11
Polychaeta	63	66	82
Sipunculida	1	-	1
Phoronidea	1	1	1
Bryozoa	9	6	10
Crustacea	83	102	111
Pantopoda	2	1	2
Mollusca	72	68	84
Echinodermata	2	3	4
Chordata	8	6	8
Всього	299	271	363

Серед близько 600 видів чорноморського макрозообентосу лише незначна частина «освоєна» людиною. До них відносяться деякі види молюсків (двостулкові - мідія *Mytilus galloprovincialis Lamarck*, 1819, устриця *Ostrea edulis L.*, 1758, хамелея *Chamelea gallina (L., 1758)*, манесу *Tapes spp.*; гастропод 1846), краби (кам'яний *Eriphia verrucosa Forscal*, 1775, трав'яний *Carcinus aestuarii Nordo*, 1847) і креветки (палемони крапчастий *Palaemon*

adpersus Rathke, 1837). В даний час деякі з них втратили своє промислове значення, інші тільки починають освоюватися людиною [46].

У Чорному морі мешкає три ендемічні види дельфінів. Підвид чорноморська морська свиня *Phocoena phocoena relicta*, котрий сягає розмірів до 160 см і має тривалість життя 7–10 років, знаходиться під загрозою зникнення. Чорноморський звичайний дельфін білобочка *Delphinus delphinus ponticus* сягає розмірів до 220 см і живе до 30 років. Він є вразливим видом, що потребує уваги до себе.

Чорноморська афаліна *Tursiops truncatus ponticus*, один із підвидів афаліни звичайної – найбільша істота серед ссавців цієї екосистеми. Розміри його сягають 310 см, тривалість життя – до 35 років. Цей вид знаходиться також під загрозою зникнення.

Нині загрозою для існування цих унікальних істот є браконьєрство та надмірне рибальство з використанням оснащень, хімічне забруднення та морське сміття, надмірне шумове забруднення, епідемії невідомого походження. До цього долучається безвідповідальне ставлення людини, а саме несанкціонований вилов для дельфінаріїв і приватних осіб [47].

В ХХ ст. Червона книга Чорного моря містила 158 видів, але нині їхня кількість збільшилася утричі та нараховує 476 видів, що зникають. Природні зрушення в екосистемі пов'язані з інвазивними видами, які, поширюючись, витісняють або завдають непоправимої шкоди місцевим видам [48]. Кількість їх зростає щороку. Сьогодні їх нараховується 365 видів.

2.2. Вплив різних факторів на стан організмів риб

Для оцінки наслідків антропогенного впливу на морське середовище важливо визначити вміст у ній тих чи інших токсичних речовин, а й встановити рівень їхнього впливу на біоту. Рівні насичення морського середовища ксенобіотиками можуть варіювати в досить широких межах, що не завжди дозволяє оцінити їхню токсичність для гідробіонтів. Крім того,

існуючі методи аналізу вмісту хімічних та мікробіологічних забруднювачів ґрунтуються на тривалих та дорогих технологіях, що потребують наявності спеціальної апаратурної бази, що складається з комплексу дорогих приладів, реагентів, навченого персоналу, що не завжди можливо здійснити централізовано. Дані, що отримуються в цьому випадку, як правило, порівнюють з гранично допустимими нормативами (ГДК), які не відображають істинної небезпеки середовища для живих організмів [18]. Тому ми зосередилися на дослідженні різних негативних факторів впливу на екосистему Чорного моря зокрема і на риб.

2.2.1. Вплив хімічних факторів

Чорне море є одним з найбільших регіональних морів у світі, з унікальним екологічним значенням та великим біологічним різноманіттям. Проте, воно також стикається з серйозними проблемами, пов'язаними з антропогенним навантаженням. Тому спочатку слід проаналізувати рівень хімічного забруднення (табл. 2.2) в морі. Одним із серйозних проблем морського середовища є евтрофікація. Викиди азотних та фосфорних речовин з міських стоків та сільськогосподарських угідь сприяють зростанню кількості водоростей. Це призводить до утворення великих площ водоростевих килимів, які затемнюють воду та перешкоджають розвитку інших морських організмів. Підвищена концентрація отруйних речовин у воді може також спричинити загрозу здоров'ю людей та морським організмам.

Таблиця 2.2 Інтегральна оцінка якості морських донних опадів за рівнем забруднення в морських середовищах.

Забруднюючі речовини	Рівень забруднення
кадмій	високий
миш'як	
ртуть	
цинк	
свинець	
мідь	суттєвий
нікель	
сума нафтових вуглеводнів	задовільний
феноли (сума)	слабкий

На основі цих даних можна проаналізувати вплив хімічних елементів на живі організми риб. Серед вивчених видів риб – бентофаг *Rutilus rutilus caspicus* є концентратором Zn і Hg; а *Benthophilus microcephalus* – концентратором – Pb та Mn (рисунок 2.1).

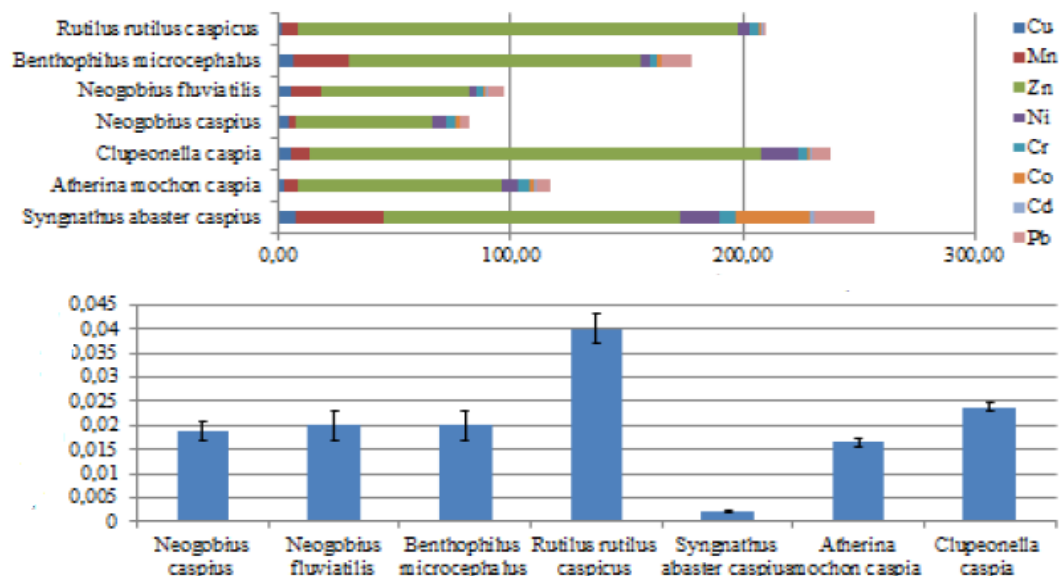


Рис. 2.1 - Концентрація хімічних елементів в рибах морського середовища

В екологічній групі риб – планктофагів *Syngnathus abaster caspius* є акумуляторами Pb, Co та Mn, а *Clupeonella caspia* – Cu, Zn та Hg. У печінці перського *Acipenser persicus* остеру переважно накопичуються Zn, Cu, Hg, у нирках – Cd, Ni та Cr, а в зябрах – Pb, Co, Mn, у м'язовій тканині – Hg (рисунок 2.2).

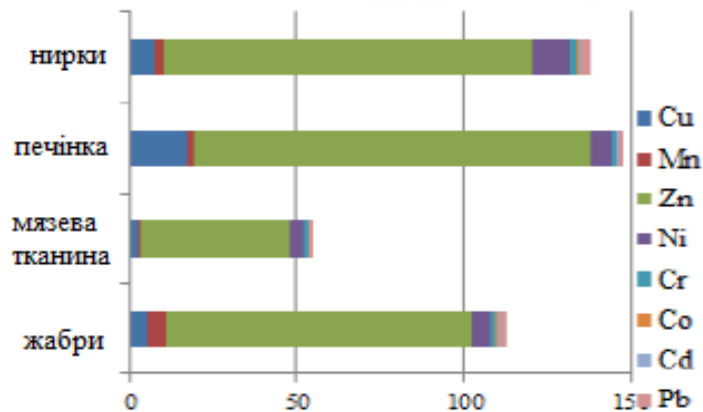


Рис. 2.2 - Концентрація хімічних елементів мг/кг в органах і тканинах *Acipenser persicus*

Виявлено вікові особливості накопичення Co у нирках, зябрах та кишечнику; Cu в зябрах та селезінці; Cd, Co та Zn у печінці у перського остеру (*Acipenser persicus*) накопичення Mn у селезінці; вміст Hg в печінці та м'язовій тканині перського (*Acipenser persicus*) осетра ($p < 0,05$). *Alosa kessleri kessleri* і *Alosa brashnicowii* здатні акумулювати Mn, Pb і Cd у зябрах, а Zn – у печінці та гонадах (рис. 2.3).

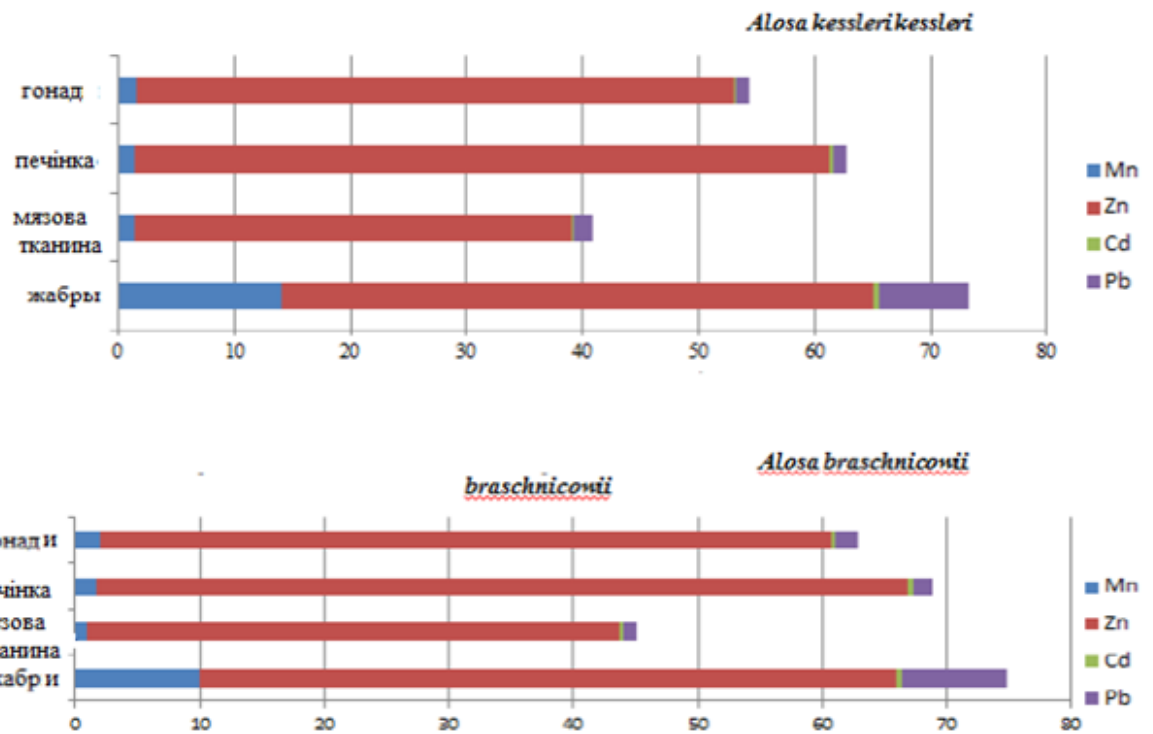


Рис. 2.3 - Концентрація хімічних елементів мг/кг в органах і тканинах *Alosa kessleri kessleri* і *Alosa braschnicowii*

Особливістю цинку є його накопичення переважно донними відкладеннями. Серед гідробіонтів Zn акумулюється переважно донними безхребетними: молюсками та ракоподібними, до яких він потрапляє з донних відкладень. Варто відзначити, що джерелом цинку для організму досліджених видів осетрів може бути донні відкладення, вклад якого вищий, ніж гідробіонтів. Коефіцієнт накопичення Zn, авторами [27] розрахований щодо оселедцевих риб і ракоподібних, свідчить про вклад цих гідробіонтів у його значення концентрації в печінці.

2.2.3. Вплив біологічних факторів

Біоіндикація дозволяє оцінити екологічний стан середовища за реакціями організмів, що там живуть, на всіх рівнях їх біологічної організації, а також наслідки вже відбулося або відбувається впливу. Вона

неспецифічна щодо чинників шкідливого на біосистеми (фізичних, хімічних чи біологічних) чи його комплексу. Методи біоіндикації відрізняються високою чутливістю, оскільки живий організм здатний реагувати на нижчі концентрації токсикантів, ніж будь-який аналітичний датчик під час використання фізико-хімічних методів. Цілком очевидно, що для розробки біоіндикації стану середовища необхідно вибрати відповідні види або компоненти системи, які б дозволили адекватно судити про рівень антропогенного впливу та його наслідки, а також біомаркери – ті параметри, які найбільш чутливі до умов довкілля або антропогенних змін.

Як індикаторні види широко застосовуються молюски, мікро- і макроводорості, а також деякі види риб, що найбільш важливо, так як риби відносяться до хребетних тварин і представляють одну з завершальних ланок трофічного ланцюга в гідросфері. У Чорному морі як індикаторні види авторами [2] було запропоновано два види - морський йорж (*Scorpaena porcus L.*), і бичок-кругляк (*Neogobius melanostomus (Pallas)*), широко поширені в прибережній частині України. Біологічні характеристики цих двох видів дозволяють детально проаналізувати сукупність порушень, спричинених антропогенним впливом всіх рівнях їх біологічної організації. При цьому як біомаркери можуть бути використані морфо-фізіологічні параметри, стан репродуктивної системи, генетичні та біохімічні характеристики, зокрема параметри молекулярних захисних систем.

Відомо, що згубний ефект стресового впливу ініціює в першу чергу реакцію у відповідь клітинних систем, що передбачає аналіз саме цих відгуків як найбільш чутливих. Клітинні реакції мають ту перевагу, що відображають ефекти основних обмінних процесів на молекулярному рівні і можуть бути ранніми сигналами несприятливих наслідків стресу, які передують видимому погіршенню загального стану життєдіяльності та відповідних параметрів, що вимірюються на рівні організму. У той же час вони дозволяють визначити механізми адаптації та відновлення гомеостазу живої системи за умов дії несприятливих факторів середовища. Ранне

визначення сублетальних ефектів на молекулярному рівні може бути використане для розробки заходів щодо відновлення екосистем, підданих впливу несприятливих факторів.

Як біомаркери використовуються ферменти, що здійснюють біотрансформацію ксенобіотиків в організмі, а також ферменти неспецифічної захисної антиоксидантної системи, параметри перекисного окислення ліпідів та ін., індукція яких під дією стресорів у різних морських організмів була показана нами при дослідженні риб із забруднених акв. особин із відносно чистих районів. Подібні результати були отримані і в експериментальних умовах при дії риб різних токсикантів, таких як пестициди, нафта, важкі метали. Разом з тим реакції перерахованих вище біохімічних параметрів не завжди чітко виражені і мають однакову спрямованість, їх вектор багато в чому залежить від концентрації діючого фактора і фізіологічного стану організму (статі, віку, стадії зрілості, сезону, умов проживання). У зв'язку з цим можна зробити висновок, що деякі параметри відображають особливості обміну речовин організму в залежності від екологічних факторів, інші – від рівня забруднення середовища, на треті впливають обидві групи факторів.

До першої групи біохімічних параметрів можна віднести активність деяких ферментів сироватки крові (АлАТ, АсАТ, альдолази, лужної фосфатази), активність яких у сироватці крові морського йоржа і бичка-кругляка залежить від сезону (активність АсАТ майже вдвічі вища влітку, ніж в інші періоди, тоді як альдолаза має протилежну тенденцію).

Друга група досліджуваних параметрів характеризує відповідні реакції організму на дію несприятливих факторів: активність антиоксидантних ферментів крові (каталази, пероксидази, глутатіонредуктази, глутатіонтрансферази), вміст сульфгідрильних груп і модифікованих білків у сироватці крові, показники перекису.

Експерименти у поліетиленових мішках. Короткострокові добові експерименти з накопичення Cu та Pb у 11 видів чорноморських водоростей

проводили автори [7]. Водорості набирали водолазним способом під час стоянок судна. З місця збирання водоростей відбирали 100 літрів морської води для їх утримання в акваріумі та постановки експериментів. Після добової адаптації проводили експерименти. Відбирали навішування по 20 г сирої біомаси кожного виду водоростей. Наважки водоростей поміщали поліетиленові мішки з 500 мл морської води, взятої з місця збору водоростей. Автоматичною піпеткою в кожен мішок вносили розчин солі Cu або Pb з розрахунку концентрації металів, що діє, 0.5 мг/л. Додавали до кожного мішка ще по 500 мл морської води для перемішування. Поліетиленові мішки занурювали в посудину з холодною водою і ставили в тінь. Проби знімали через 3-12-24, 3-6-12-24 або 6-12-24 години. Наважки водоростей виймали з мішка, промивали чистою морською водою, промокали фільтрувальним папером і висушували.

2.2.3. Вплив фізичних факторів

Фізичні параметри залежить як від природних, і від антропогенних чинників. Зокрема, такими є електрофоретичний склад сироваткових білків, який дає комплексну оцінку генетичного статусу організму, відображає його здатність до комплексоутворення, у тому числі щодо ксенобіотиків, модифікації, зумовлені віком, статтю, стадією зрілості гонад риб тощо. Параметрам слід віднести рівень теплопродукції ранніх онтогенетичних стадій риб, що показали наші численні дослідження на личинках атерини, запропонованої нами як вид-індикатор стану морських бухт.

Серії експериментів показали, що препарат Е-селен є регулятором репродуктивної функції у самок в осетрових риб, дозволяючи прискорювати процес дозрівання ооцитів, одночасно стабілізуючи їх функціональний стан, приводячи його у відповідність з етапами генеративним циклом при вирощуванні в установках замкнутого водозабезпечення. Найбільший ефект

від застосування препарату отримано при зрошенні корму Е-селеном, при якому кількість самок гібрида стерлядь. Дробне введення Е-селену шляхом ін'єкцій також збільшувало кількість зрілих самок стерляді в 1,7 рази при зниженні у контролі на 20%.

2.2.4. Вплив пестицидів

Одним із таких факторів є пестициди. Їхня міграція в біосфері та акумуляція в різних ланках екосистем веде до збіднення видової різноманітності, негативно впливає на середовище проживання та стан здоров'я людей. Найбільшого поширення серед пестицидів набули гербіциди. На даний момент переважними для використання є гербіциди органічної природи.

У сеголеток зовнішні морфологічні зміни під дією гербіцидів виражені слабше, але зябра, печінка, селезінка і жовчний міхур відрізняються від тих же органів контрольних риб. Найстійкішими до дії гербіцидів виявилися мальки. Всі наведені вище морфологічні зміни для них не характерні, за винятком невеликого міжклітинного набряку строми печінки та кольору жовчі, яка має яскраво зелений відтінок у порівнянні з жовчю контрольних риб. Можна зробити попередній висновок, що адаптація на морфологічному рівні легше відбувається у віці одного-двох місяців. Можливо, це пов'язано з більш переходом термінового етапу адаптації до довгострокового. Саме для цього віку характерне переважання анаболічних процесів над катаболітичними.

Підтвердженням цього є індекси печінки і селезінки, що використовуються як показники стресового стану у коропа різного віку в умовах гербіцидного навантаження. У мальків дані індекси вже на 7-му добу знаходження риби в токсичних умовах вищі, ніж у контрольних риб, а на 14-ту – під дією зенкора їх значення перевищують контроль майже вдвічі, що

свідчить про переважання анаболітичних реакцій. На 14-ту, 21-ту добу експерименту індекси печінки та селезінки у сеголеток, що перебувають у токсичних та фізіологічно нормальних умовах, практично не відрізняються. У двохрічок картина протилежна: на 14-ту добу індекси селезінки, печінки мають менші значення щодо контролю, за винятком риб, що знаходяться під дією раундапу. Поясненням цього може бути хімічна природа гербіциду. Кількісні показники екстер'єру (зоологічна та промислова довжина риб, коефіцієнт вгодованості за Фултоном та маса тіла) контрольних та експериментальних риб достовірних відмінностей за кожним віком не мають.

Спрямованість адаптивних реакцій на гістологічному рівні залежить від хімічної природи гербіциду. Під дією зенкора найкраще проявляється термінова адаптація у вигляді набухання респіраторних ламел та гіпертрофії філаментів зябер коропа вже на першу добу перебування риби в токсичних умовах. Такі зміни зябер зменшують надходження токсиканту цим шляхом. На четверту добу дії аміної солі 2,4-дихлорфеноксоцтової кислоти у гістопрепаратах відзначається підкапсульна проліферація гепатоцитів, що також є проявом реактивного процесу організму риб (термінова адаптація). Процес альтерації, що виникає в мозку коропа під дією того ж гербіциду, можна розглядати як пристосувальну реакцію, що вказує на перебіг процесу запалення. Дія раундапу полягає в вимиванні катіонів кальцію з м'язової тканини, що призводить до деструктивних змін м'язових волокон, а також з черепа, що веде до його просвітлення та утворення карбонатного каміння в кишечнику. Там же виявлено жовчне каміння яскраво зеленого кольору. Ці явища знаходять своє відображення у проявах біохімічної адаптації.

В організмі двохрічок коропа під дією раундапу відбувається інгібування ферментативної активності амілази, глюкозо-6-фосфатази, деяке збільшення лактатдегідрогенази та мітохондріальної ізоцитратдегідрогенази, необхідні для підтримки стабільного рівня АТФ. Дія похідних 2,4-Д призводить до збільшення активності глюкозо-6-фосфатази (глюконеогенез) для підтримання нормального рівня глюкози. Це стає можливим при

активізації енергетичного обміну, що свідчить деяке зростання АЭЗ (аденилатного енергетичного заряду). Дія зенкору спрямовано виснаження енергетичних ресурсів, що свідчить зниження рівня АТФ і АДФ. У зв'язку з цим можна спостерігати збільшення активності глюкозо-6-фосфатдегідрогенази (пентозофосфатний шлях), спрямоване на збільшення пулу пентоз для збереження генетичної стабільності. Аналогічні дослідження, проведені над сеголетками, показують кращі можливості формування адаптації на біохімічному рівні. Таким чином, спрямованість адаптивного процесу організму залежить від природи гербіциду, віку риби, її генотипу та рівня організації, на якому здійснюється процес адаптації.

3. ЗАХОДИ ПОКРАЩЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ЗАХИСТУ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ

Зростаюче техногенне навантаження викликає значне порушення довкілля. Прогнози на майбутнє не вселяють оптимізму. Багато в чому це пов'язано з подальшим розширенням масштабів виробництва та недосконалістю використовуваних технологій. Наявні розробки з очищення відходів виробництва найчастіше використовуються з економічних міркувань. Екологічний стан водойм тісно пов'язаний з господарською діяльністю людини. Це призводить до змін якості вод різних категорій водойм, що виражається в евтрофуванні з подальшим їх забрудненням. До методів очищення води відносять: механічні, хімічні, фізико-хімічні й біологічні, коли ж вони застосовуються разом, то метод очищення називається комбінованим. Застосування того або іншого методу у кожному конкретному випадку визначається характером забруднення і ступенем шкідливості домішок.

Механічний метод очищення води використовує відстоювання і фільтрацію для видалення механічних домішок. Частки різного розміру виловлюються за допомогою різних пристроїв, таких як ґрати, сита, пісковловлювачі, септики, гнойовловлювачі, а також інші спеціальні конструкції. Цей метод дозволяє вилучити до 60-75% нерозчинних домішок у побутовій воді та до 95% - у промислових відходах, багато з яких є цінними для подальшого використання.

Хімічний метод очищення полягає у додаванні різних хімічних реагентів до води, які взаємодіють з забруднювачами та перетворюють їх на нерозчинні осади. Використанням цього методу можна знизити рівень нерозчинних домішок до 95% і розчинних - до 25%.

Фізико-хімічний метод очищення стічних вод забезпечує видалення тонко розподілених і розчинених неорганічних домішок та розкладання органічних сполук, які погано піддаються окисненню. Часто застосовуються процеси, такі як коагуляція, окислення, сорбція, екстракція, а також електроліз. Електроліз дозволяє руйнувати органічні сполуки у воді та видаляти метали, кислоти та інші неорганічні речовини, здійснюючи ефективне очищення через спеціальні споруди - електролізери. Застосування електролізу успішно виявилось у галузях, де промисловість використовує свинець, мідь, лакофарбові матеріали та інші речовини. Також для очищення забруднених вод застосовують ультразвук, озон, іонообмінні смоли та високий тиск, а також хлорування. Серед методів очищення води велику роль відіграє біологічний метод, оснований на використанні закономірностей біохімічного і фізіологічного самоочищення морів. Є декілька типів біологічних пристроїв по очищенню стічних вод: біофільтри, біологічні ставки й аеротенки. Для запобігання забрудненню водойм зроблено багато. Однак єдиного механізму, здатного ефективно захищати водоймища як від екзо- і ендогенного забруднення, поки що не розроблено. Швидше за все, вирішення цієї проблеми полягає у комплексному підході до неї. Це полягає не тільки в очищенні стічних вод, щоб досягти біологічної реабілітації як стічних вод, так і забруднених водойм.

Теоретичною основою біологічної реабілітації є комплексне вирішення проблем забруднених водойм. Схема біологічної реабілітації водойм включає дії, спрямовані на мінімізацію забруднюючих речовин, поліпшення санітарного стану, запобігання «цвітіння» води синьо-зеленими водоростями, біологічну меліорацію вищої водної рослинності та, нарешті, вилов риби та інших біологічних об'єктів. Причому риба розглядається не лише як об'єкт промислового чи аматорського лову, а й як компонент екосистеми, призначений для винесення з водоймища первинної продукції, яка трансформується у рибну продукцію у вигляді іхтіомаси.

Розвиток хлорели у стічних водах та забруднених водоймах призводить до поліпшення санітарного стану. Хлорелла пригнічує розвиток хвороботворних бактерій, що дає можливість використовувати ці водоймища для господарсько-питного водопостачання та цілей рекреації.

В результаті біологічної реабілітації забруднених водойм та стічних вод покращуються гідробіологічні умови, зростає кормність водойми, створюються сприятливі умови для проживання риб.

Водні рослини у водоймах виконують такі основні функції:

- фільтраційну (сприяють осіданню завислих речовин);
- поглинальну (поглинання біогенних елементів та деяких органічних речовин);
- накопичувальну (здатність накопичувати деякі метали та органічні речовини, які важко розкладаються);
- окислювальну (у процесі фотосинтезу вода збагачується киснем);
- детоксикаційну (рослини здатні накопичувати токсичні речовини та перетворювати їх на нетоксичні).

Здатність вищих водних рослин видаляти з води забруднюючі речовини – біогенні елементи (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, марганець, сірку), важкі метали (кадмій, мідь, свинець, цинк), феноли, сульфати - та зменшувати її забрудненість нафтопродуктами, синтетичними поверхнево-активними речовинами, що контролюється такими показниками органічного забруднення середовища, як біологічне споживання кисню (БСК) та хімічне споживання кисню (ХСК), дозволило використовувати їх у практиці очищення виробничих, господарсько-побутових стічних вод та поверхневого стоку як в Україні, так і у всьому світі.

3.1. Очищення води міжнародний досвід

У багатьох країнах Америки широко використовується система очищення шахтних вод на плантаціях очерету. Споруди з рослинністю очерету застосовуються для очищення господарсько-побутових стічних вод у Нідерландах, Японії, Китаї; для очищення забрудненого поверхневого стоку в Норвегії, Австралії та інших країнах [54]. Очерет має властивість стійкості до високих концентрацій забруднюючих речовин, що дозволяє йому ефективно очищувати стічні води свинарських комплексів у Великобританії.

У Ірландії (м. Вільямстоун) успішно діє система спільного очищення господарсько-побутових вод (72%) та поверхневого стоку (28%). Ця система складається з трьох мілководних лагун, дві з яких осаджені очеретом і рогозом, а третя представляє собою біопруд з плаваючими водними рослинами, такими як лілея та ряска. Процес очищення дозволяє досягати наступних показників (мг/л): БСК – 9, завислі речовини – 9, повний азот – 14,2, аміак – 0,8, нітрати – 9,2, повний фосфор – 4,45, ортофосфати – 3,15.

Збільшення вмісту хімічних речовин у водоймах, яке супроводжується активною вегетацією водоростей та викиданням природних токсинів, становить серйозну загрозу для водних екосистем. Якість води у водних об'єктах Одеси значною мірою залежить від активності ціанобактерій, які синтезують ціанотоксини, що мають негативний вплив на печінку. В риб з низькими здатностями адаптації виявлено різноманітні зміни епітелію.

У місті Бентон (США) з численністю населення 4700 осіб з 1985 року успішно здійснюється очищення побутових стічних вод у ставках, засаджених чагарниками очерету та інших водних рослин. Вартість такої системи очищення виявилася у 10 разів нижчою порівняно із традиційними системами, забезпечуючи задовільну якість очищення води від азоту, фосфору, завислих та органічних речовин [54]. Середнє відсоткове зменшення концентрацій забруднюючих речовин у системі за дворічний період вивчення

становить: 48% для БПК, 83% для завислих речовин, 51% для загального азоту, 13% для загального фосфору, видалення патогенних організмів досягає 99,77%. Очисні системи вторинної та третинної очистки побутових стічних вод, засновані на використанні елодеї, придатні для використання в помірному кліматі, де можуть цілий рік видаляти біогенні елементи зі стічних вод.

За результатами промислово-експериментальних досліджень процесу очищення побутових стічних вод з використанням водного гіацинту США, ступінь очищення по БПК5 досягається 97-98%. У Китаї водяний гіацинт використовується для очищення стічних вод кінофабрики від срібла. Встановлено, що ефективність очищення води від срібла, завислих речовин, сполук фосфору та азоту, відповідно, становила 100 %, 91 %, 53,9 %, та 92,9 %, при цьому БСК та ХСК зменшувалась на 98,6 %, та 91%. Запропонований метод дозволяє відмовитися від використання сорбційного очищення. Ліпиди екстрагували за методом Фолча сумішшю розчинників хлороформ:метанол (2:1 за об'ємом).

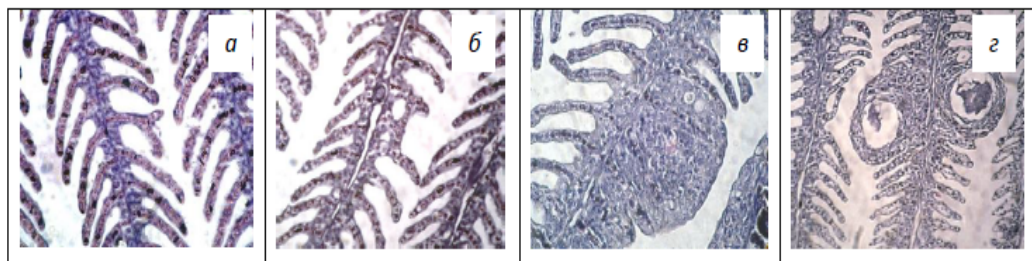


Рис. 3.1 - Стадії появи новоутворення: а) роздвоєння респіраторної ламели; б) зрощення сусідніх респіраторних ламел; в) нерегульоване розмноження клітин; г) некроз

Широкий спектр дії нафтопродуктів поєднує ікру, що розвивається, і личинкові форми риб, пригнічення темпів росту риб, різноманітні фізіологічні та неопластичні трансформації. З впливом речовин цієї групи пов'язаний розвиток в організмі риб окисного стресу, зміни в рівні кортизолу в плазмі крові, зниження гемоглобіну. У зябрах риб за умов нафтового

забруднення першому плані виступали дегенеративні зміни: некроз, гемоліз еритроцитів і набряк респіраторного епітелію. Для цього нафтові плями сорбують з водного середовища, або використовують бактерії (рис. 3.1).

У прибережних евтрофних районах Чорного моря все частіше спостерігається масовий розвиток безпанцирних динофлагелят з міксотрофним (*A. sanguinea*, *G. simplex*) і гетеротрофними (*Gyrodinium cornutum*, *Polykrikos schwartzii*) типами харчування. Це пов'язано зі збільшенням органічної речовини, зокрема, органічного азоту в 2 - 3 рази, що має кілька джерел надходження: річковий стік, донні відходи, а також техногенний стік [1]. Причиною збільшення числа домінуючих гетеротрофних динофлагелят та зростання їх чисельності можуть бути причиною деградації.

Австралійські вчені [55], розробили спосіб очищення поверхневого стоку автомагістралей. При очищенні стічних вод найчастіше використовують такі види вищих водних рослин (ВВР), як очерет, очерет озерний, рогоз вузьколистий і широколистий, рдест гребінчастий і кучерявий, спіродела багатокорінна, елодея, водний гіацинт (ейхорнія), касатик жовтий, сус , гречка земноводна, різуха морська, уруть, хара, ірис та ін. В останні десятиліття роботи з масового культивування хлорели у низці країн активізувалися, причому дані фізіолого-біохімічних досліджень свідчать про перспективність її як продуцента цінних природних сполук. Порівняно із звичайними сільськогосподарськими рослинами хлорела має більш високий КПД засвоєння сонячної енергії, здатна до міксотрофного (змішаного) типу живлення та ефективної утилізації світла низької інтенсивності.

3.2. Покращення водного середовища

Спочатку слід проаналізувати рівень забруднення (табл. 3.1) в морі. Одним із серйозних проблем морів є евтрофікація. Викиди азотних та

фосфорних речовин з міських стоків та сільськогосподарських угідь сприяють зростанню кількості водоростей. Це призводить до утворення великих площ водоростевих килимів, які затемнюють воду та перешкоджають розвитку інших морських організмів. Підвищена концентрація отруйних речовин у воді може також спричинити загрозу здоров'ю людей та морським організмам. З метою захисту морського середовища від забруднення, слід :

- створити на підприємствах єдиної системи водного господарства;
- водовідведення та очищення стічних вод перед їх повторним використанням;
- водозабезпечення, переважно за рахунок очищених виробничих міських стічних вод;
- утилізація вилучених із стічних вод цінних компонентів.

Таблиця 3.1 Інтегральна оцінка якості морських донних опадів за рівнем забруднення

Забруднюючі речовини	Рівень забруднення
кадмій	високий
миш'як	
ртуть	
цинк	
свинець	
мідь	гарний
нікель	
сума нафтових вуглеводнів	задовільний
феноли (сума)	слабкий

Проаналізуємо викиди сміття в прибережних зонах в різні пори року. Щільність сміття на пляжних і прибережних станціях за кількістю різна від

$1,74 \pm 0,28$ штук/м² до $3,47 \pm 0,74$ штук/м² та від $1,26 \pm 0,37$ до $2,66 \pm 0,80$ шт./м² по сезонах відповідно. Відносно найбільшу щільність за чисельністю спостерігається осінню. Розрахункові середні щільності в перерахунку на вагу коливалися від $32,10 \pm 6,43$ г/м² до $45,19 \pm 11,33$ г/м² для пляжних станцій від $16,65 \pm 1,12$ г/м² до $34,66 \pm 12,05$ г/м² для прибережних станцій (рис. 3.1). Можемо дійти висновку, що слід посилити очистку і прибирання пляжної зони в осінній період після закінчення літнього періоду.

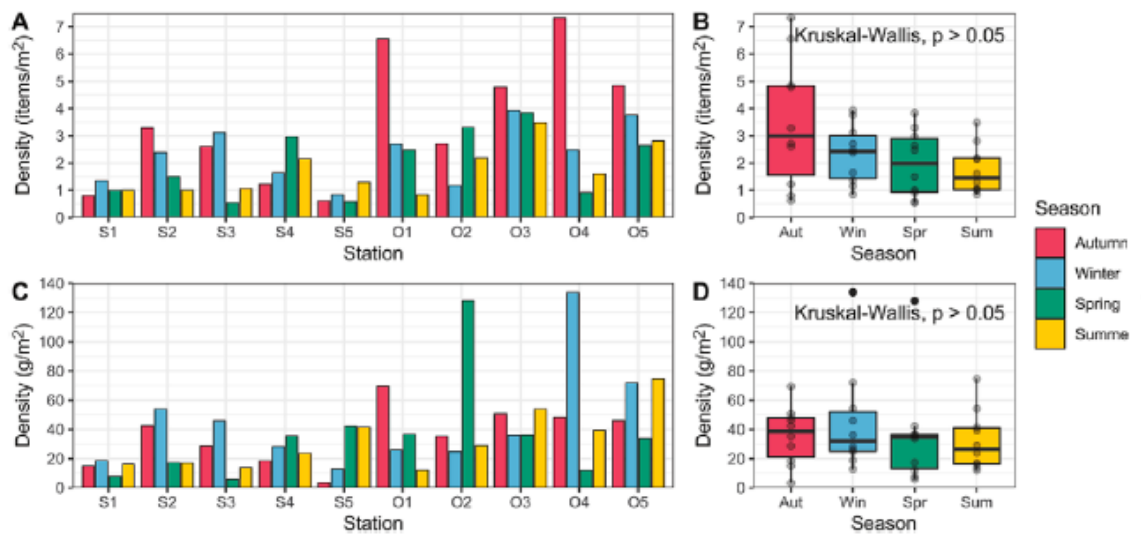


Рис. 3.1 - Сезонна щільність сміття прибережних зон за кількістю (А) та вагою (В). Порівняння щільності підстилки за кількістю (В) і вагою (D) серед сезонів на пляжних станціях.

З метою зменшення антропогенного навантаження і очищення прибережної зони створено електронні карти та візуалізовано просторові дані методами ГІС пакет Idrisi for Windows, який відноситься до інструментальних ГІС настільного типу, має розширені аналітичні можливості і не поступається потужним професійним ГІС пакетам [39]. За допомогою модуля INTERPOL побудовано інтерпольовану поверхню на підставі точкових даних (рис. 3.2).

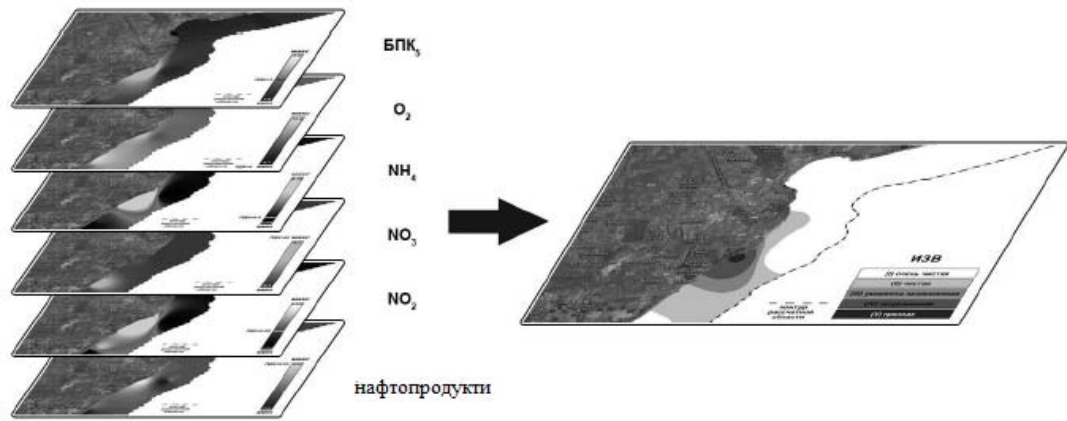


Рис.3.2 - Схема накладання картографічного матеріалу

База даних, що характеризує якість морських вод, сформована на основі аналізу проб води в мережі контрольних точок, розташованих уздовж узбережжя. Схема розташування точок відбору проб води представлена на рис. 3.3. На першому етапі досліджень з даним координатної прив'язки на карту нанесені точки відбору проб морської води. Нанесені на карту точкові дані дозволяють сформуванати загальне уявлення про картину забруднення, з наступним кроком боротьби з ним.



Рис. 3.3 - Схема розташування точок відбору проб води

Визначено найбільш забруднену акваторію зона впливу Іллічівського судомремонтного заводу (рис. 3.8). Проведені дослідження підтвердили, що найбільш потужними з ідентифікованих джерел забруднення морського

середовища в межах аналізованої акваторії, є СБО «Південна» від якої за наявними статистичними даними в морське середовище надходить 38% нітратів, 79 % - нітритів, 86% - амонійного азоту, 87% - фосфатів і 69% - органічних речовин від загальної їх кількості, що надходить від антропогенних джерел.



Рис. 3.4 - Просторовий розподіл БПК5

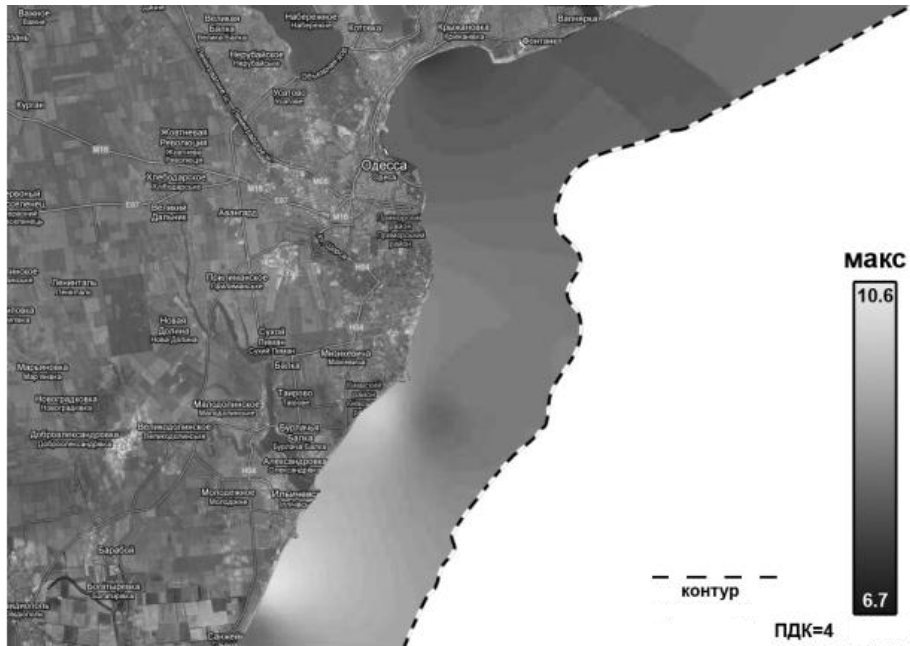


Рис. 3.5 - Просторовий розподіл концентрацій розчиненого кисню

Проте, не можна нехтувати внеском інших аналізованих джерел забруднення. Так, наприклад, із зливовими стоками надходить близько 13% від загального скидання органічної речовини та 83% від скидання нафтопродуктів. Стік дренажних вод є суттєвим джерелом азоту нітратів (близько 18%).

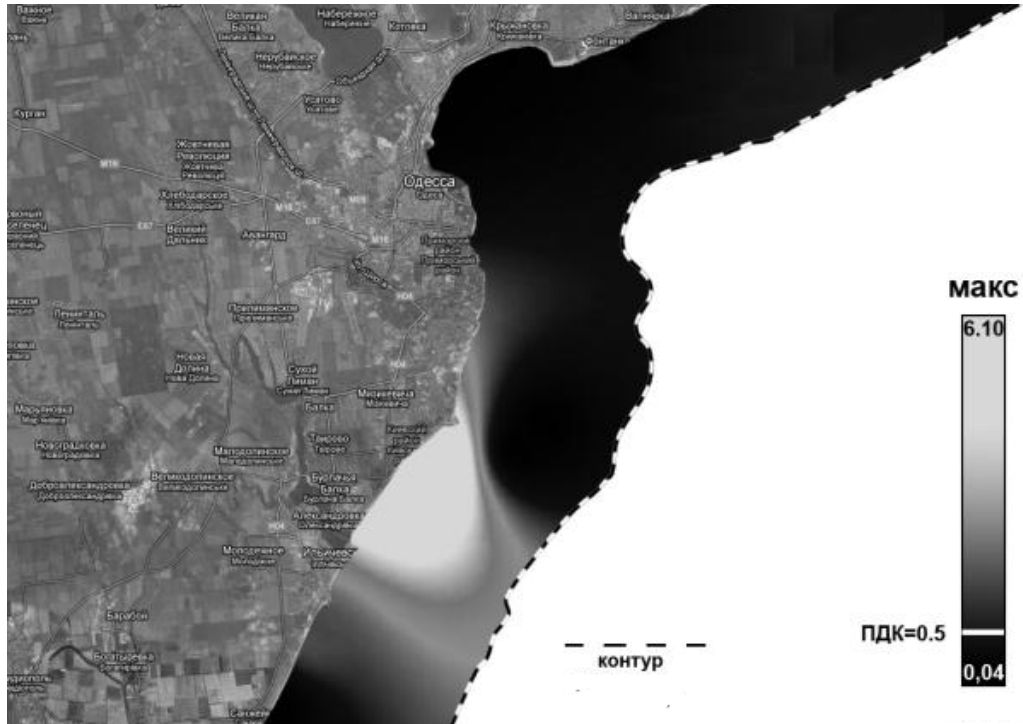


Рис. 3.6 - Розподіл концентрацій NH_4^+

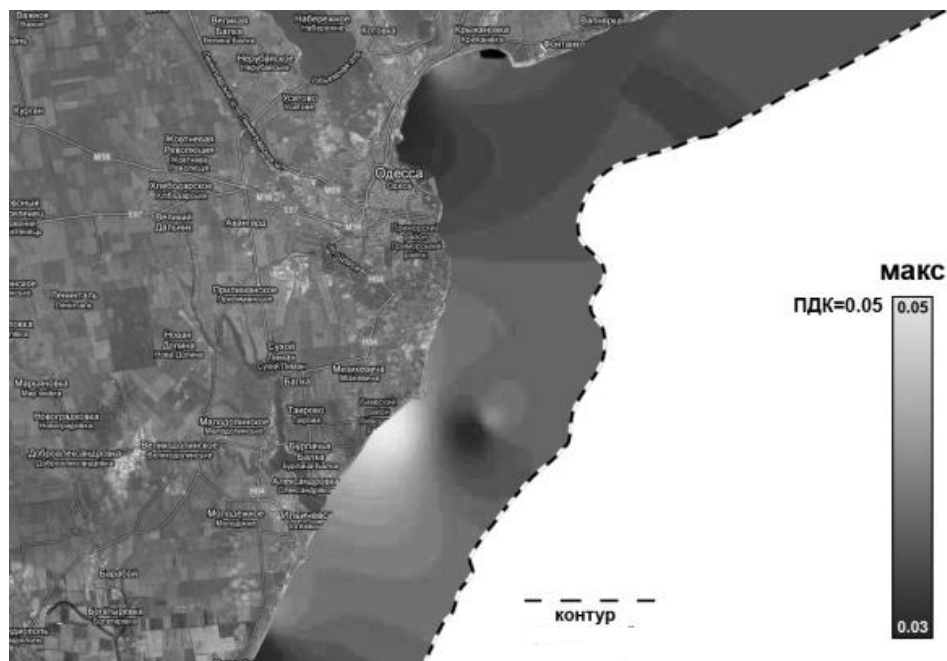


Рис. 3.7 - Просторовий розподіл концентрацій нафтопродуктів

На підставі вищесказаного, можна зробити висновок, що для поліпшення екологічного стану прибережних вод узбережжя Одеської агломерації необхідна реконструкція очисних споруд СБВ «Південна» та впровадження нових технологій, спрямованих на покращення якості очищення стічних вод.



Рис. 3.8. Найбільш забруднену акваторію зона впливу Іллічівського судомремонтного заводу

Виконано оцінку якості морських вод узбережжя Одеської агломерації на підставі розрахунку модифікованого індексу забруднення води. Побудовано карти просторового розподілу значень для окремих гідрохімічних параметрів і нафтопродуктів. Для поліпшення екологічного стану прибережних вод узбережжя необхідна реконструкція очисних споруд СБО «Південна» та впровадження нових технологій, спрямованих на покращення якості очищення стічних вод.

Токсикологічний вплив нафтового забруднення призвело до того що, що у вогнищах забруднення сума насичених кислот залишалася незмінною, сума полієнових - зменшувалася, а сума моноєнових – збільшувалася. В

результаті всіх кількісних перерозподілів у печінці сига з вогнищ забруднення сумарний рівень $\omega 3$ -кислот достовірно знизився, а $\omega 6$ -кислот залишився незмінним, коефіцієнт $\omega 3/\omega 6$ скоротився незначно та залишався в межах норми, які зазначені для прісноводних риб від 1 до 4.

Відомо, що *S. ladoum*, будучи видом-індикатором евтрофікації, досягає найвищих концентрацій у районах з високою трофністю вод і призводить до зниження видового розмаїття фітопланктону загалом. Згідно з класифікацією [23], щільність цього виду понад 8.0 млн. кл.⁻¹ свідчить про екстремально евтрофний тип вод. Таким чином, весняне та осіннє домінування *S. ladoum* можна розглядати як природний процес ходу сезонної сукцесії. Однак, «цвітіння» в зимовий та літні періоди, коли чисельність *S. ladoum* досягає 50.6 (98.85%) і 36.7 млн. кл.⁻¹ (92.3% від загальної чисельності фітопланктону) відповідно, з формуванням монодомінантної популяції у співтоваристві фітопланктону, свідчить про порушення стабільності екосистеми та може бути показником екстремально евтрофних вод в окремих районах Одеської затоки Чорного моря.

Одним із методів очищення берегів Чорного моря є комплексна переробка бурих водоростей з отриманням фукоїдановмісних екстрактів для виробництва з них харчових продуктів, таких як напої, БАД або хімічно чистих фукоїданів. Крім того, їстівні бурі водорості є незамінною сировиною, що використовується для виробництва харчових продуктів. Особливого значення набуває їх використання у фармацевтиці, косметичі та особливо в медицині, оскільки дослідженнями останніх років доведено численні медичні ефекти застосування альгінатів та фукоїданів. Дослідженнями було доведено, що фукоїдан та альгінат із бурої водорості *Colpomenia sinuosa* (*Mertens ex Roth*) *Derbès et Solier*, а також їх поєднання з вітаміном С викликають апоптоз при раку товстої кишки [27].

З кінця 90-х - початку 2000-х років. проводяться регулярні дослідження запасів та розподілу бурих водоростей роду *Fucales* у прибережних зонах Чорного моря, а також їх хімічного складу. В даний час чотири види

фукусових водоростей - пухирчастий фукус (*F. vesiculosus* L.), фукус зубчастий (*F. vesiculosus* L. *serratus* L.), дворядний фукус (*F. distichus* L.) і аскофіллум вузлуватий (*A. nodosum* (L.) *Le Jolis*) переробляються промисловістю та щорічно добуваються для виробництва харчової продукції та біологічно-активних сполук.

ВИСНОВКИ

Прибережні екосистеми є важливими компонентами земної біорізноманітності і готовності до забезпечення різноманітних екологічних послуг. Однак, антропогенне навантаження на такі екосистеми може суттєво позначитися на їхній стабільності та здатності виконувати свої функції. У даній дипломній роботі розглянуті особливості антропогенного навантаження водних екосистем.

Чорне море є одним з найбільш забруднених морських басейнів світу. Велика кількість промислових підприємств, міські стоки та викиди сільськогосподарської діяльності потрапляють у морську воду, що призводить до забруднення та зниження якості води. Для збереження цих прибережних екосистем необхідно впровадження ефективних заходів з охорони навколишнього середовища. Це можуть бути такі заходи, як обмеження забруднюючої промисловості та сільськогосподарської діяльності, створення заповідних зон, контроль за рибальськими умовами та ефективне використання туристичних ресурсів.

Тільки за умови усвідомлення людиною важливості збереження прибережних екосистем та вжиття необхідних заходів, ми зможемо забезпечити їхню стійкість та збереження для майбутніх поколінь.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Apryshko G. N., Ivanov V. N., Milchakova N. A., Nekhoroshev M. V. Mediterranean and Black Sea Organisms and Algae from Mariculture as sources of anti-tumor Drugs // *Experim. Oncology*. – 2005. – 27, № 2. – P. 94 – 95.
2. Black Sea biological diversity. Ukrainian National Report / *Compil. by Zaitsev Yu. P, Alexandrov B. G. United Nations Publication, 1998. – 7. – 351 p.*
3. Culloy S.C. & Mulcahy M.F. *Bonamia ostreae* in the native oyster *Ostrea edulis*. A review // *Marine Environment and Health Series*. – 2007. – № 29. – 36 p. *FAO Fishery Statistic 2011* (<http://www.fao.org/fish-ery/en>).
4. Frenz J. I., Kohl A. C., Kerr R. G. Marine natural products as therapeutic agents: Part 2 // *Expert Opin. Ther. Patents*. – 2004. – 14 (1). – P.17 – 33.
5. Likhodedova O., Konikov E. Sea-level fluctuation in the Black and Caspian Seas and Global Climate Change // *IGCP 521-INQUA 0501 Fourth Plenary Meeting and Field Trip. Bucharest (Romania) – Varna (Bulgaria), October 4 – 16. – 2008. – P.106 – 109.*
6. Oguz T, Velikova V, Kideys A. Overall assessment of the present state of Black Sea ecosystem // *State of the Environment of the Black Sea (2001 – 2006/7) / Ed. Temel Oguz. – Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008 – 3. – Istanbul, Turkey, 2008. – P. 417 – 448.*
7. Revkov N. K., Petrov A. N., Kolesnikova E. A., Dobrotina G. A. Comparative analysis of long-term alterations in structural organization of zoobenthos under permanent anthropogenic impact (Case study: Sevastopol Bay, Crimea) // *Морск. эколог. журн.* – 2008 а. – 7, № 3. – P. 37 – 49.
8. Revkov N. K., Abaza V., Dumitrache C. et al. The state of zoobenthos // *State of the Environment of the Black Sea (2001 – 2006/7). / Ed. Temel Oguz. – Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008 – 3.– Istanbul, 2008b. – P. 273 – 320.*

9. Sezginer T., Cigdem E. C. A preliminary study on some properties for *Chamellea gallina* (L.) (Bivalvia: Ve-neridae) from Karabiga-Canakkale // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2002. – 2. – P. 117 – 120.

10. Shlyakhov V. A., Daskalov G. M. The state of marine living resources // State of the Environment of the Black Sea (2001 – 2006/7) / Ed. Temel Oguz. – Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008 – 3. – Is-tanbul, Turkey, 2008. – P. 321 – 364.

11. State of the Environment of the Black Sea (2001 – 2006/7) / Ed. Temel Oguz. – Istanbul, 2008. – 448 p.

12. Yunev O.A., Vedernikov V.I., Basturk O., Yilmaz A., Kideys A.E., Moncheva S., Konovalov S.K. Long-term variations of surface chlorophyll- and primary production levels in the open Black Sea // Mar. Ecol. Progr. Ser. – 2002. – 230. – P. 11 – 28.

13. Commission Decision (EU) 2017/848 of 17 May 2017 laying down criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters and specifications and standardised methods for monitoring and assessment, and repealing Decision 2010/477/EUC/2017/2901
ELI:<http://data.europa.eu/eli/dec/2017/848/oj> \.

14. State of Environment Report of the Western Black Sea based on Joint MISIS cruise (SoE-WBS) / Ed. by Moncheva S. and L. Boicenco. MISIS Joint Cruise Scientific Report, 2014. 401 p.

15. Alexandrov B., Minicheva G., Zaitsev Yu. Black Sea network of marine protected areas: European approaches and adaptation to expansion and monitoring in Ukraine. In: Management of marine protected areas: a network perspective from the Mediterranean and Black Sea / Ed. by Paul D. Goriup. Wiley-Blackwell Publ., 2017. P. 259–282.

16. Pattusamy V., Nandini N., Bheemappa K. Detergent and sewage phosphates entering into lake ecosystem and its impact on aquatic environment. Int J Adv Res. 1 (3). 2013. P. 129–133.

17. Lukin, A.A. Assessment of fish health status in the Pechora River: Effects of contamination / A.A. Lukin, J.N. Sharova, L.A. Belicheva, L. Camus // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2011. – Vol. 74. – P. 355-365.

18. Zakharov, A.M. Overall changes in the fish species composition of the Kolva River catchment area / A.M. Zakharov, A.A. Lukin J.N. Sharova, G.N. Christiansen, G.A. Dahl-Hansen, L.A. Belicheva // *Journal of Applied Ichthyology*. – 2012. – Vol. 28. – P. 823–826.

19. Moiseenko, T.I. Ecotoxicological assessment of water quality and ecosystem health / T.I. Moiseenko, N.A. Gashkina, J.N. Sharova, L.P. Kudryavtseva // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2008. – Vol. 114. – P. 837-850.

20. Terenko L. New dinoflagellate (dinoflagellata) species from the Odessa Bay of the Black Sea, *Oceanol. Hydrobiol. Studies*. – 2005. – 34, Suppl. 3. – P. 205 – 216.

21. Степаненко О.В. Екологічний стан Чорного моря: проблеми та перспективи. Київ: Видавництво Української академії друкарства, 2018. 256 с.

22. Healy A., Cawley M. Nutrient Processing Capacity of a Constructed Wetland in Western Ireland // *J. Environ. Quality*. - 2002.- № 31.- P. 1739-1747.

23. Dawson G.F., Loveridge R.F., Bone D.A. Grop production and sewage treatment using gravel bed hydroponic erridation // *Ibid.* - 1989. – 21.- № 2.- P. 57-64.

24. Blankenberg A.-G.B., Braskerud B.C. «LIERDAMMEN » — a wetland testfield in Norway. Retention of nutrients, pesticides and sediments from a agriculture runoff: *Diffuse Pollut. Conf.*, Dublin, 2003.

25. О'Рейлі П., Коннеллі Г. "Забруднення вод в Ірландії: проблеми та рішення", 2022. 320 с.

26. Lloyd S.D., Fletcher T.D., Wong T.H.F., Wootton R.M. (Australia). *Assessment of Pollutant Removal Performance in a Bio-filtration System:*

Preliminary Results, 2nd South Pacific Stormwater Conf.; Rain the Forgotten Resource, 2001, Auckland, New Zealand. - P. 20-30.

27. Бурлака Г. Г. Антропогенний вплив на прибережну зону Чорного моря. Одеса: Видавництво Одеського національного університету, 2015. 176с.

28. Баришполець І. Г. Екологічний стан Чорного моря: проблеми та рішення. Київ: Видавництво Національного екологічного університету імені В.І. Вернадського, 2016. 256 с.

29. Al Monla R., Dassouki Z., Sari-Chmayssem N., Mawlawi H., GaliMuhtasib H. 2022. Fucoidan and Alginate from the Brown Algae *Colpomenia sinuosa* and Their Combination with Vitamin C Trigger Apoptosis in Colon Cancer // *Molecules*. V. 27 (2). 358. DOI: 10.3390/molecules27020358

30. Новосельська Л.І. Процеси антропогенного впливу на навколишнє середовище. Науковий вісник, вип. 13.1.- 2003,. с. 219-223.

1. Безпека життя і діяльності людини: теорія та практика : збірник наук. праць ВсеуВсеукр. наук.-практ. конф., присвяченої Всесвітнім Дням цивільної оборони та охорони праці. (Полтава, 23–24 квітня 2020 р.) / упоряд., і ред.: В. П. Титаренко, А. М. Хлопов. – Полтава : ПНПУ, 2020. – 518 с.

2. Бондар А. Н. Міжнародно – правове регулювання протидії забрудненню морів: сучасний стан та перспективи розвитку. Підприємництво, господарство і право. 2019 р. №12. с. 150–153.

3. Боярин М. В. Б 86 Основи гідроекології: теорія й практика [Текст] : навч. посіб. / М. В. Боярин, І. М. Нетробчук. – Луцьк : Вежа-Друк, 2016. – 365 с.

4. Джигирей В. С., Сторожук. В. М., Яцюк Р. А. Основи екології та, охорона навколишнього природного середовища (Екологія та охорона природи). Львів, Афіша. 2000 — 272 с.

5. Есипова Н. Б. Эколого-физиологическая характеристика рыб, обитающих в зоне антропогенного загрязнения / Н.Б. Есипова,

Е.В.Федоненко, Т.С. Шарамок // Наукові зап. Терноп. Нац. У-ту ім. В.Гнатюка. Сер.: Біологія. – № 3 (26). – 2005. – С. 150 – 152.

6. Зеленська В. А. Основи екології: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Краматорськ: ДДМА, 2011. 208 с.

7. Кабінет Міністрів України 2020 Звіт про стратегічну екологічну оцінку. Державна стратегія регіонального розвитку до 2027 року (Київ) с. 16-21

8. Кизима Р.А. Екологія: навчальний посібник. – Харків: «Бурун Книга», 2010. – 304 с.

9. Кукурудза С.І. Фундаментальне дослідження з геосозологічної метризації довкілля / М. Є. Крет // Український географічний журнал. – 2015. – № 1. – С. 63-64.

10. Матеріали навчальної лекції. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.uzhnu.edu.ua/en/infocentre/get/23225>

11. Міжнародний проект «Посилення екологічного моніторингу Чорного моря» (EMBLAS – II) Електронний ресурс. Режим доступу URL: <http://www.sea.gov.ua/index.php/2016/05/28/emblas2-preview/>

12. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році. – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 254 с.

13. Регіональний звіт про стан довкілля в Одеській області у 2019 році. Електронний ресурс. Режим доступу URL: <https://ecology.od.gov.ua/zvity/>

14. Сабадаш В. В. Конфліктогенність водних ресурсів як загроза виникнення екологічних конфліктів // Механізм регулювання економіки. — 2008. — № 2. — С. 24—31.

15. Сабадаш В.В. еколого-економічні проблеми водогосподарського комплексу та організаційно-економічні заходи з їх вирішення. №10, травень 2009 року.

16. Статистичний щорічник України за 2018 рік // Державний комітет статистики України. – К., 2018. – 567 с
17. Black Sea state of environment report 2009-2014/5 2019. Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (Istanbul) p 92.
18. Derzharkhiv 2000 Derzhavnyi arkhiv v Odeskii oblasti (Derzharkhiv Odeskoi obl.)
19. Rastogi, R. P., Sinha, R. P., and Incharoensakdi, A. (2014). The cyanotoxin-microcystins: current overview. *Rev. Environ. Sci. Bio/Technol.* 13, 215–249. doi: 10.1007/s11157-014-9334-6
20. Moreira, A. P. B., Tonon, L. A. C., Pereira Cdo, V., Alves, N. Jr. Amado-Filho, G. M., et al. (2014). Culturable heterotrophic bacteria associated with healthy and bleached scleractinian madracis decactis and the fireworm hermodice carunculata from the remote St. Peter and St. Paul Archipelago, Brazil. *Curr. Microbiol.* 68, 38–46. doi: 10.1007/s00284-013-0435-1
21. Shypotilova O. The problem of the Black Sea pollution in Odessa region of Ukraine. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021. с. 9.
22. Державна екологічна інспекція України. Режим доступу: <https://www.dei.gov.ua>
23. Державна служба статистики України. Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua>
24. Новосельська Л.І. Процеси антропогенного впливу на навколишнє середовище. Науковий вісник, вип. 13.1.- 2003,. с. 219-223.
25. Баришполець І. Г. Екологічний стан Чорного моря: проблеми та рішення. Київ: Видавництво Національного екологічного університету імені В.І. Вернадського, 2016. 256 с.
26. Безпека життя і діяльності людини: теорія та практика : збірник наук. праць ВсеуВсеукр. наук.-практ. конф., присвяченої Всесвітнім Дням цивільної оборони та охорони праці. (Полтава, 23–24 квітня 2020 р.) /

упоряд., і ред.: В. П. Титаренко, А. М. Хлопов. – Полтава : ПНПУ, 2020. – 518 с.

27. Білокопитов Ю. Проблема очищення поверхневих і стічних вод від нафтопродуктів / Ю. Білокопитов, А. Міцкевич // Наукові праці. Техногенна безпека. – 2013. – Вип. 198., Том 210. – 147 с.

28. Бондар А. Н. Міжнародно – правове регулювання протидії забрудненню морів: сучасний стан та перспективи розвитку. Підприємництво, господарство і право. 2019 р. №12. с. 150–153.

29. Боярин М. В. Б 86 Основи гідроекології: теорія й практика [Текст] : навч. посіб. / М. В. Боярин, І. М. Нетробчук. – Луцьк : Вежа-Друк, 2016. – 365 с.

30. Бурлака Г. Г. Антропогенний вплив на прибережну зону Чорного моря. Одеса: Видавництво Одеського національного університету, 2015. 176с.

31. Джигирей В. С., Сторожук. В. М., Яцюк Р. А. Основи екології та, охорона навколишнього природного середовища (Екологія та охорона природи). Львів, Афіша. 2000 — 272 с.

32. Есипова Н. Б. Эколого-физиологическая характеристика рыб, обитающих в зоне антропогенного загрязнения / Н.Б. Есипова, Е.В.Федоненко, Т.С. Шарамок // Наукові зап. Терноп. Нац. У-ту ім.. В.Гнатюка. Сер.: Біологія. – № 3 (26). – 2005. – С. 150 – 152.

33. Зеленська В. А. Основи екології: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Краматорськ: ДДМА, 2011. 208 с.

34. Кабінет Міністрів України 2020 Звіт про стратегічну екологічну оцінку. Державна стратегія регіонального розвитку до 2027 року (Київ) с. 16-21

35. Кизима Р.А. Екологія: навчальний посібник. – Харків: «Бурун Книга», 2010. – 304 с.

36. Кукурудза С.І. Фундаментальне дослідження з геосозологічної метризації довкілля / М. Є. Крет // Український географічний журнал. – 2015. – № 1. – С. 63-64.
37. Кузубова Л. И. Очистка нефтесодержащих сточных вод: Аналит. Обзор / Л. И. Кузубова, С. В. Морозов. – СО РАН. ГПНТБ, НИОХ. – Новосибирск, 1992. – 72 с.
38. Матеріали навчальної лекції. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.uzhnu.edu.ua/en/infocentre/get/23225>
39. Міжнародний проект «Посилення екологічного моніторингу Чорного моря» (EMBLAS – II) Електронний ресурс. Режим доступу URL: <http://www.sea.gov.ua/index.php/2016/05/28/emblas2-preview/>
40. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році. – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 254 с.
41. О'Рейлі П., Коннеллі Г. "Забруднення вод в Ірландії: проблеми та рішення", 2022. 320 с.
42. Регіональний звіт про стан довкілля в Одеській області у 2019 році. Електронний ресурс. Режим доступу URL: <https://ecology.od.gov.ua/zvity/>
43. Сабадаш В. В. Конфліктогенність водних ресурсів як загроза виникнення екологічних конфліктів // Механізм регулювання економіки. — 2008. — № 2. — С. 24—31.
44. Сабадаш В.В. еколого-економічні проблеми водогосподарського комплексу та організаційно-економічні заходи з їх вирішення. №10, травень 2009 року.
45. Статистичний щорічник України за 2018 рік // Державний комітет статистики України. – К., 2018. – 567 с
46. Степаненко О.В. Екологічний стан Чорного моря: проблеми та перспективи. Київ: Видавництво Української академії друкарства, 2018. 256 с.

47. Alexandrov B., Minicheva G., Zaitsev Yu. Black Sea network of marine protected areas: European approaches and adaptation to expansion and monitoring in Ukraine. In: Management of marine protected areas: a network perspective from the Mediterranean and Black Sea / Ed. by Paul D. Goriup. Wiley-Blackwell Publ., 2017. P. 259–282.
48. Apyrshko G. N., Ivanov V. N., Milchakova N. A., Nekhoroshev M. V. Mediterranean and Black Sea Organisms and Algae from Mariculture as sources of anti-tumor Drugs // *Experim. Oncology*. – 2005. – 27, № 2. – P. 94 – 95.
49. Black Sea state of environment report 2009-2014/5 2019. Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (Istanbul) p 92.
50. Black Sea biological diversity. Ukrainian National Report / Compil. by Zaitsev Yu. P, Alexandrov B. G. United Nations Publication, 1998. – 7. – 351 p.
51. Derzharkhiv 2000 Derzhavnyi arkhiv v Odeskii oblasti (Derzharkhiv Odeskoi obl.)
52. Rastogi, R. P., Sinha, R. P., and Incharoensakdi, A. (2014). The cyanotoxin-microcystins: current overview. *Rev. Environ. Sci. Bio/Technol.* 13, 215–249. doi: 10.1007/s11157-014-9334-6
53. Culloty S.C. & Mulcahy M.F. *Bonamia ostreae* in the native oyster *Ostrea edulis*. A review // Marine Environment and Health Series. – 2007. – № 29. – 36 p. FAO Fishery Statistic 2011 (<http://www.fao.org/fish-ery/en>).
54. Frenz J. I., Kohl A. C., Kerr R. G. Marine natural products as therapeutic agents: Part 2 // *Expert Opin. Ther. Patents*. – 2004. – 14 (1). – P.17 – 33.
55. Likhodedova O., Konikov E. Sea-level fluctuation in the Black and Caspian Seas and Global Climate Change // IGCP 521-INQUA 0501 Fourth Plenary Meeting and Field Trip. Bucharest (Romania) – Varna (Bulgaria), October 4 – 16. – 2008. – P.106 – 109.
56. Moreira, A. P. B., Tonon, L. A. C., Pereira Cdo, V., Alves, N. Jr. Amado-Filho, G. M., et al. (2014). Culturable heterotrophic bacteria associated

with healthy and bleached scleractinian madracis decactis and the fireworm hermodice carunculata from the remote St. Peter and St. Paul Archipelago, Brazil. *Curr. Microbiol.* 68, 38–46. doi: 10.1007/s00284-013-0435-1

57. Oguz T, Velikova V, Kideys A. Overall assessment of the present state of Black Sea ecosystem // *State of the Environment of the Black Sea (2001 – 2006/7)* / Ed. Temel Oguz. – Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008 – 3. – Istanbul, Turkey, 2008. – P. 417 – 448.

58. Shypotilova O. The problem of the Black Sea pollution in Odessa region of Ukraine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021. с. 9.

59. Revkov N. K., Petrov A. N., Kolesnikova E. A., Dobrotina G. A. Comparative analysis of long-term alterations in structural organization of zoobenthos under permanent anthropogenic impact (Case study: Sevastopol Bay, Crimea) // *Морск. эколог. журн.* – 2008 а. – 7, № 3. – P. 37 – 49.

60. Revkov N. K., Abaza V., Dumitrache C. et al. The state of zoobenthos // *State of the Environment of the Black Sea (2001 – 2006/7)*. / Ed. Temel Oguz. – Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008 – 3.– Istanbul, 2008b. – P. 273 – 320.

61. Державна екологічна інспекція України. Режим доступу: <https://www.dei.gov.ua>

62. Державна служба статистики України. Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua>

63. Sezginer T., Cigdem E. C. A preliminary study on some properties for *Chamellea gallina* (L.) (*Bivalvia: Veneridae*) from Karabiga-Canakkale // *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* – 2002. – 2. – P. 117 – 120.

64. Shlyakhov V. A., Daskalov G. M. The state of marine living resources // *State of the Environment of the Black Sea (2001 – 2006/7)* / Ed. Temel Oguz. – Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008 – 3. – Istanbul, Turkey, 2008. – P. 321 – 364.

65. State of the Environment of the Black Sea (2001 – 2006/7) / Ed. Temel Oguz. – Istanbul, 2008. – 448 p.
66. Yunev O.A., Vedernikov V.I., Basturk O., Yilmaz A., Kideys A.E., Moncheva S., Konovalov S.K. Long-term variations of surface chlorophyll- and primary production levels in the open Black Sea // Mar. Ecol. Progr. Ser. – 2002. – 230. – P. 11 – 28.
67. Commission Decision (EU) 2017/848 of 17 May 2017 laying down criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters and specifications and standardised methods for monitoring and assessment, and repealing Decision 2010/477/EUC/2017/2901
ELI:<http://data.europa.eu/eli/dec/2017/848/oj>.
68. State of Environment Report of the Western Black Sea based on Joint MISIS cruise (SoE-WBS) / Ed. by Moncheva S. and L. Boicenco. MISIS Joint Cruise Scientific Report, 2014. 401 p.
69. Pattusamy V., Nandini N., Bheemappa K. Detergent and sewage phosphates entering into lake ecosystem and its impact on aquatic environment. Int J Adv Res. 1 (3). 2013. P. 129–133.
70. Lukin, A.A. Assessment of fish health status in the Pechora River: Effects of contamination / A.A. Lukin, J.N. Sharova, L.A. Belicheva, L. Camus // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2011. – Vol. 74. – P. 355-365.
71. Zakharov, A.M. Overall changes in the fish species composition of the Kolva River catchment area / A.M. Zakharov, A.A. Lukin J.N. Sharova, G.N. Christiansen, G.A. Dahl-Hansen, L.A. Belicheva // Journal of Applied Ichthyology. – 2012. – Vol. 28. – P. 823–826.
72. Moiseenko, T.I. Ecotoxicological assessment of water quality and ecosystem health / T.I. Moiseenko, N.A. Gashkina, J.N. Sharova, L.P. Kudryavtseva // Ecotoxicology and Environmental Safety.– 2008. – Vol. 114. – P. 837-850.

73. Terenko L. New dinoflagellate (dinoflagellata) species from the Odessa Bay of the Black Sea, *Oceanol. Hydrobiol. Studies.* – 2005. – 34, Suppl. 3. – P. 205 – 216.
74. Healy A., Cawley M. Nutrient Processing Capacity of a Constructed Wetland in Western Ireland // *J. Environ. Quality.* - 2002.- № 31.- P. 1739-1747.
75. Dawson G.F., Loveridge R.F., Bone D.A. Grop production and sewage treatment using gravel bed hydroponic erridation // *Ibid.* - 1989. – 21.- № 2.- P. 57-64.
76. Blankenberg A.-G.B., Braskerud B.C. «LIERDAMMEN » — a wetland testfield in Norway. Retention of nutrients, pesticides and sediments from a agriculture runoff: Diffuse Pollut. Conf., Dublin, 2003.
77. Lloyd S.D., Fletcher T.D., Wong T.H.F., Wootton R.M. (Australia). Assessment of Pollutant Removal Performance in a Bio-filtration System: Preliminary Results, 2nd South Pacific Stormwater Conf.; Rain the Forgotten Resource, 2001, Auckland, New Zealand. - P. 20-30.
78. Al Monla R., Dassouki Z., Sari-Chmayssem N., Mawlawi H., GaliMuhtasib H. 2022. Fucoidan and Alginate from the Brown Algae *Colpomenia sinuosa* and Their Combination with Vitamin C Trigger Apoptosis in Colon Cancer // *Molecules.* V. 27 (2). 358. DOI: 10.3390/molecules27020358
79. Ershova T. S. Features of Cu and Mn accumulation by bottom sediments of the Caspian Sea / T. C. Ershova, V. F. Zaitsev, V. A. Chaplygin, A. S. Khursanov // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – 2021. – Vol. 723. DOI: 10.1088/1755-1315/723/4/042032.