

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра __Водних біоресурсів
та аквакультури

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
рівень вищої освіти: «спеціаліст»

на тему: **ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ**
АКВАТОРІЙ ПОРТІВ

Виконала студентка 1 курсу групи ВБ-51
спеціальності 7.09020101 Водні біоресурси

Жмур Віктор Олександрович

Керівник ст.викл.

Тучковенко Оксана Аркадіївна

Консультант д.с-г.н., проф.

Шекк Павло Володимирович

Рецензент к.с/г.н.,

зав.навчально-методичним кабінетом ХГМТ

ОДЕКУ

Лянзберг Ольга Валеріївна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Природоохоронний

Кафедра Водних біоресурсів та аквакультури

Рівень вищої освіти спеціаліст

Спеціальність 7.09020101 Водні біоресурси

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Шекк Павло

Володимирович, д.с.-г.н.,

професор

« 08 » травня 2017
року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Жмур Віктора Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Екологічні аспекти формування екосистем акваторій портів

керівник проекту Тучковенко Оксана Аркадіївна, старший викладач,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ ” 20 року №

2. Строк подання студентом проекту 14.06.2017 р.

3. Вихідні дані до проекту Робота присвячена вивченню екологічних аспектів формування акваторій морських портів України.

Метою роботи стало: Дати загальну характеристику морських портів Азово-Чорноморського басейну України; описати найважливіші абіотичні особливості морських портів; охарактеризувати особливості формування біоти в морських портах

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Для виконання роботи потрібно детально проаналізувати за літературними даними ступінь наукової розробки проблематики, оцінити існуючі методики досліджень. Охарактеризувати особливості екосистем, які створюються в акваторіях морських портів.

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	д.с-г.н., проф. Шекк П. В.		
Розділ 2	д.с-г.н., проф. Шекк П. В.		
Розділ 3	д.с-г.н., проф. Шекк П. В.		
Розділ 4	д.с-г.н., проф. Шекк П. В.		

7. Дата видачі завдання 08.05.2017 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Аналіз наукової літератури з досліджуваної теми. Написання вступу.	08.05.2017 – 18.05.2017	95	відм.
2	Аналіз методик дослідження. Характеристика портів України. Написання першого розділу дипломного проекту	19.05.2017 – 28.05.2017	95	відм.
3	Рубіжна атестація виконання етапів дипломного проекту	29.05.2017 – 04.06.2017	95	відм.
4	Оцінка загальних абіотичних особливостей морських портів. Написання другого розділу дипломного проекту	05.06.2017 – 08.06.2017	95	відм.
5	Вивчення біотичних особливостей пелагіалі морських портів. Написання третього розділу дипломного проекту	08.06.2017 – 10.06.2017	95	відм.
6	Аналіз та узагальнення отриманих результатів дослідження. Формулювання висновків за результатами дипломного проекту	10.06.2017 – 11.06.2017	95	відм.
7	Оформлення дипломного проекту	12.06.2017- 13.06.2017	95	відм.
8	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку	14.06.2017	95	відм.
9	Перевірка роботи завідувачем кафедри	15.06.2017 – 16.06.2017	95	відм.
10	Надання рецензенту перевіреної на кафедрі роботи	17.06.2017	95	відм.
11	Попередній захист роботи на кафедрі	19.06.2017	95	відм.
12	Надання роботи до деканату	20.06.2017		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		95	відм

Студент _____ Жмур В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Тучковенко О.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ГОЛОСАРІЙ.....	5
ВСТУП.....	6
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА УКРАЇНСЬКИХ ПОРТІВ ЧОРНОМОРСЬКО-АЗОВСЬКОГО БАСЕЙНУ.....	8
1.1 Характеристика Одеського морського порту	9
1.2 Характеристика Іллічівського морського порту	11
1.3 Характеристика морського порту Південний	12
2 ГІДРОЛОГІЧНА І ГІДРОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕЛАГІАЛІ МОРСЬКИХ ПОРТІВ	17
2.1 Найважливіші абіотичні особливості пелагіалі морських портів	18
2.2 Солоність води в морських портах.....	20
2.3 Температура води і льодоутворення в морських портах	20
2.4 Колір води в морських портах. Прозорість води. Освітленість.....	24
2.5 Кисень і сірководень у морських портах	26
2.6 Біогенні речовини в морських портах	31
3 НАЙВАЖЛИВІШІ БІОТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕЛАГІАЛІ МОРСЬКИХ ПОРТІВ.....	38
3.1 Фітонейстон і фітопланктон акваторій морських портів.....	40
3.2 Гіпонейстон і зоопланктон акваторій морських портів.....	47
3.3 Іхтіонейстон і іхтіопланктон акваторій морських портів.....	54
3.4 Нектон акваторій морських портів	60
ВИСНОВКИ.....	68
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	71

ГОЛОСАРІЙ

БР - біогенні речовини

БСК₅ - біологічне споживання кисню на протязі 5 діб.

ЗОР - зважена органічна речовина

ГТС - підротехнічні споруди

ШР - штучний риф

МП- морський порт

ОР - органічна речовина

ОВОС - оцінка впливу на оточуюче середовище

ГДК - гранично допустима концентрація

ПК - підхідні канали

ПЗЧМ - північно-західна частина Чорного моря

РОР - розчинена органічна речовина

ТС - тверді субстрати

ВСТУП

Порт (від латинського portus - гавань, пристань) - ділянка берега моря з прилеглою водною акваторією, зазвичай добре захищеної від впливу хвиль, і обладнаної для стоянки суден, складування вантажів, вантажно-розвантажувальних робіт.

Морські порти класичного типу, включаючи головні чорноморські порти України - Одеський, Іллічівський, Південний, мають у своїй структурі три основних компоненти: 1 - природно і штучно захищену, доведену до необхідних глибин акваторії; 2 - причали, різноманітні термінали, портову інфраструктуру; 3 - підхідні канали з глибинами, відповідними таким на акваторіях.

Це визначає загальні абіотичні і біотичні особливості формування екосистем, які функціонують в умовах зниженої гідродинаміки, недостатності великих площ штучного твердого субстрату і відсутності природних прибережних мілководь.

В даний час в Чорноморсько-Азовському басейні налічується приблизно 50 великих і середніх морських портів, в яких функціонує понад 750 причалів загальною довжиною близько 125 км. Загальна довжина захисних споруд (молів, хвилеломів) в них досягає 85 км. Протяжність судноплавних каналів в Чорному і Азовському морях вже перевищує 350 км.

У МП при будівництві причалів відбувається вирівнювання і спрощення берегової лінії. Порти забезпечуються інфраструктурою для обслуговування суден і ремонту. Ділянками морських портів є термінали, призначеними для обробки контейнерних вантажів, та інші спеціалізовані для газоподібних, рідких, сипучих і інших вантажів.

У Чорноморсько-Азовському басейні сформувалися і продовжують розвиватися потужні багатофункціональні портово-промислові райони, наприклад: Констанца, Одеса, Південний, Іллічівськ, Варна, Бургас, Маріуполь,

та ін. Жоден із способів використання моря людиною не викликає таких значних змін екологічного, соціального і економічного характеру, як морські перевезення і функціонування морських портів.

Втручання людини у функціонування недостатньо вивчених динамічних природних систем при будівництві портових гідротехнічних споруд і проведенні днопоглиблювальних робіт може призводити до різноманітних негативних наслідків. Такі і гідротехнічні споруди можуть знищувати устричні мілини, блокуючи або змінюючи припливно-відливні течії. Моли і хвилеломи, відхиляючи берегові течії, розоряли місцеві промисли і знижували загальний об'єм уловів.

Сучасний стан і еволюція екосистем акваторій морських портів Чорноморсько–Азовського басейну знаходяться в прямій залежності від екологічних процесів, що відбуваються в усьому басейні.

Метою даної роботи є:

- Дати загальну характеристику морських портів Азово-Чорноморського басейну України;
- Описати найважливіші абіотичні особливості морських портів;
- Охарактеризувати особливості формування біоти в морських портах.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА УКРАЇНСЬКИХ ПОРТІВ ЧОРНОМОРСЬКО-АЗОВСЬКОГО БАСЕЙНУ

В теперішній час в Чорноморсько-Азовському басейні функціонує більше 50 морських портів, а з урахуванням окремих районів портів, які розташовані в інших місцях, невеликих гаваней і порто пунктів, які призначені для каботажних і пасажирських суден їх біля ста. Загальна довжина причального фронту всіх морських портів Чорного і Азовського морів оцінюється в 125 км. Загальна довжина захисних гідротехнічних споруд (молів і хвилеломів), які омиваються з обох сторін водою досягає 85 км. З великою імовірністю можна припустити, що загальна довжина всіх морських портів перевищує 300 км. При середній глибині 7 м загальна площа гідротехнічних споруд, які омиваються водою складе не менш 2 млн.м².(рис.1.1)



Рис. 1.1 - Сучасні морські порти України в північно-західній частині
Чорного моря.

Україна має найбільшу з усіх причорноморських держав протяжність берегової лінії, яка складає 1829 км. Однак, морські порти (МП) України, розміщені не тільки на березі моря а і в затоках, бухта і лиманах. (Див. рис. 1.1)

Низка морських портів збудовані на Дунаї, Білгород-Дністровський порт на Дністровському лимані, велика група портів пов'язана з Дніпровсько-Бузьким лиманом, на низов'ях Південного Бугу і Дніпра, а порти Генічеськ, Бердянськ та Маріуполь розташовані на північному березі Азовського моря. Як самі морські порти, які побудовані в гирлах і низов'ях рік, так і судна що здійснюють переходи з моря до річки і назад, можуть здійснювати як прямий, так і опосередкований вплив на непрямий вплив на морські екосистеми.

1.1 Характеристика Одеського морського порту

Одеський морський порт, хоча і розташований уздовж західного і південно-західного берегів Одеської затоки, але відноситься до типу морських портів, побудованих на відкритому морському березі. Порт почав свою історію 2 вересня 1794 року, коли в прибережній зоні Одеської затоки були забиті перші палі для причалу і Одеса була оголошена відкритою портом. За весь період більш ніж двовікового існування Одеський порт неодноразово модернізувався і розширювався.

В даний час в Одеському МП налічується 38 причалів, які спеціалізуються на перевалці різних вантажів. Особливе місце займають причали Нафтогавані і Контейнерний термінал. На акваторії Одеської затоки, яка є прилеглою до порту, природні глибини змінюються від 7 до 14,4 м [9]. В період 50-90ті рр. були створені глибоководні підхідні канали (ПК). ПК Нафтогавані має глибини до 14-16 м. Основний канал має довжину близько 3,0 км і ширину понад 100 м. Другий канал, який є відгалуженням першого, має довжину 1,0 км, ширину 100 м і глибину 10 м. Характеристики каналу в Карантинній гавані близькі до характеристик

основного каналу Нафтогавані.

Причали в Одеському МП розташовані як уздовж берега, так і на молах під різними кутами до нього. Моли з пірсами поділяють акваторію МП на сім гаваней, кожна з яких має свій зв'язок з водами затоки. Карантинна, Нова, Каботажна і Практична гавані можуть приймати судна з осадкою 11,5 м і довжиною 240 м, а контейнерного термінал - з осадкою 12 м і довжиною 240 м. В Нафтовій гавані можуть оброблятися судна з осадкою 13 м і довжиною 260 м. До причалів Морвокзалу в 2009 р вперше пришвартувався пасажирський круїзний лайнер довжиною 294 м. В 2010 року була здійснена реконструкція причалів №№ 15-16 Одеського морвокзалу і проведені необхідні днопоглиблювальні роботи, що дало змогу приймати круїзні судна довжиною до 330 м. Площі гаваней становлять: Карантинної - 25,0 га, Нової - 22,0 га, Каботажної - 16,8 га, Практичної - 18,9 га, Нафтової - 5,1 га, внутрішній рейд - 53,1 га. На підхідному каналі (ПК) до порту і у деяких причалів глибини, за рахунок штучного днопоглиблення, підтримуються на рівні 14-16 м. Найбільш мілководна частина порту припадає на Практичну і Заводську (Судноремонтний завод № 1) гавані, де глибини складають до 2-5 м. Південно-західна частина Одеської МП прикрита від вітрів з моря і з півночі карантин молем, рейдовим молем і Старим хвилеломом (брекватером), а західна - Заводським хвилеломом (брекватером), Новим хвилеломом (брекватером) і Нафтовим молем. На акваторію порту ведуть три проходи і три ПК. Глибини в різних гаванях коливаються від 3 до 18 м. В порту приймаються судна водотоннажністю до 100-150 тис.т [7, 9, 16]. Протяжність основних причалів Одеського МП на теперішній час становить понад 8 км, а протяжність захисних гідротехнічних споруд (ГТС) перевищує 5 км. Площа акваторії становить 2,76 км², довжина близько 3 км, ширина - 0,8-1,2 км. Загальний обсяг води, що знаходиться одночасно в його акваторії, оцінюється в 26 млн м³ [9]. Одеський судноремонтний завод

«Україна», який прилягає до Одеського МП, може приймати судна довжиною до 195 м. Глибини у заводських причалів до 7,1 м. На заводі є три плавучих дока.

Вже в перші роки функціонування Одеського МП була встановлена велика зоносимісність акваторії гаваней, що потребує здійснення постійних днопоглиблювальних робіт. Реалізація в 2010-2012 рр. проекту розвитку Контейнерного району та його інфраструктури в Одеському МП передбачає будівництво молу, налив близько 36 га території і створення на південь від Карантинного молу близько 850 м причальної лінії. При будівництві котловини під нові причали піднято з дна і вивезено понад 1 млн.м³ ґрунту.

Захисні ГТС Одеського МП мають різні розміри і конструкцію. Про їх величині свідчать такі цифри: Старий хвилелом має довжину одна тисяча двісті двадцять два м, Рейдовий мовляв - 646 м, Новий хвилелом - 865 м, Заводський хвилелом - 765 м. Побудовані вони на глибині 10-13 м з бетонних масивів масою до 100 т. Старий, Новий і Заводський хвилерізи мають прямолінійне розташування [7]. На відміну від більшості захисних ГТС в Одеському МП, де застосована правильна кладка масивів, при будівництві Нового хвилелому використана неправильна укладка бетонних масивів масою 60 т. В ньому енергія хвилі гаситься не тільки при ударі об поверхню огорожі, але і всередині начерки при відбитті струменів від різнонахилених поверхонь масивів і зіткненні один з одним.

1.2 Характеристика Іллічівського морського порту

МП Іллічівськ побудований на західному березі Сухого лиману, що знаходиться в 20 км на південний захід від міста Одеси. Лиман був відділений від моря піщаною косою, в якій час від часу, в результаті дії штормів або антропогенної діяльності з'являлися тимчасові канали

(прізви). Лиман має протяжність 10 км, ширину від 0,2 до 3,0 км, площа близько 6 км², об'єм води 12 млн.м³. Верхня частина Сухого лиману була відокремлена і перетворена в прісноводні ставки. Глибини в лимані в нижній його частині не перевищували 4,0-5,0 м при середній глибині 1,5 м [7, 16, 26, 27]. З морем новий порт сполучений підхідним каналом довжиною 1,5 км і глибиною 14,0-14,5 м. Загальна кількість причалів складає 28, а їх довжина перевищує 6,0 км.

В Сухому лимані розташовані причали паромної переправи і Іллічівський рибний порт. Сумарна протяжність причалів і гідротехнічних споруд в Сухому лимані досягає 10 км.

Причали Іллічівського МП розміщені в Південному басейні. Довжина причалів 2895 м. Акваторія Сухого лиману є водойма, повністю природно захищений від хвильового впливу моря. Максимальна висота хвилі в ньому до 1,1 м. У порт веде один прохід шириною по дну 170 м. Загальний обсяг води в лимані збільшився до 45 млн м³. По осі лиману проходить судноплавний канал з глибинами до 13 м [13, 50, 171].(рис.1.2)

1.3 Характеристика морського порту Південний

МП Південний - самий глибоководний, незамерзаючий і наймолодший з головних чорноморських портів України. Побудований він на берегах і акваторії Григорівського (Малого Аджаликського) лиману, в 30 км на північний схід від міста Одеси. Григорівський лиман порівняно невелика приморська водойма з довжиною близько 7,3 км, шириною - до 1,2 км (середня - близько 0,8 км), площа водного дзеркала складає близько 6,0 км². До початку будівництва порту на більшій частині Григорівського лиману глибини не перевищували 2,5 м і лише в центральній частині водойми вони досягали 5-6 м [7, 26, 32]. Як і у випадку з Сухим лиманом, це природно захищена акваторія.

Днопоглиблювальні роботи були розпочаті в 1973 р і на перших порах будівництва нового порту він значився ділянкою Одеського МП. Перша паля під майбутній причал була забита у західного берега в лютому 1975 р. Уже в січні 1977 року р будівництво нового причалу (№ 3) було завершено.

Вантажно-розвантажувальний район № 1 на західному березі Григорівського лиману призначений для перевезення хімічних вантажів. Він складається з трьох спеціалізованих причалів. Перший термінал спеціалізується на обробці карбаміду навалом. Карбамід проводиться на ВАТ «Одеський припортовий завод» (ОПЗ), що знаходиться поруч. Протяжність причалу - 500 м. Другий термінал призначений для обробки рідких хімічних вантажів ОПЗ (метанолу, рідких аміачних добрив і ін.). Його протяжність 213 м, пропускна здатність - 4 млн.т на рік. Третій термінал призначений для переробки морського і річкового піску. Тут методом гідронамиву щорічно переробляється до 1 млн.т піску. У 2009 р біля західного берега лиману почав функціонувати висунутий на акваторію лиману спеціалізований зерновий термінал. Там же здійснюється переробка рідких масел.

Вантажно-розвантажувальний район № 2 на східному березі Григорівського лиману складається з двох спеціалізованих терміналів. Термінал з перевалки генеральних і навалювальних вантажів має протяжність 915 м. Термінал по перевалці хімічних добрив протяжністю 566 м за первісним призначенням практично не використовується. Через нього здійснюється перевантаження зерна і інших сипучих матеріалів (рис. 1.2).

У 2009 р загальна довжина причальних споруд на акваторії Григорівського лиману оцінювалася цифрою близько 6 км, але розвиток портового господарства в ньому йде швидкими темпами. У верхній частині водойми, на східному березі, компанією «Трансінвестсервіс» (ТІС)

здійснюється будівництво контейнерного терміналу та інших причалів. Проект передбачає зведення двох причалів довжиною 1120 м з глибинами 15 м. В кінці 2009 р був зданий причал довжиною 480 м.

Термінал зможе приймати до обробки контейнеровози місткістю до 12 тис. TEU і довжиною до 350 м. У 2010 р порт південний став приймати балкери довжиною 300 м і шириною 47,5 м («Sealink Majesty»). У 2010 р в МП Південний зайшов балкер «V.Kerkis» довжиною 315 м.

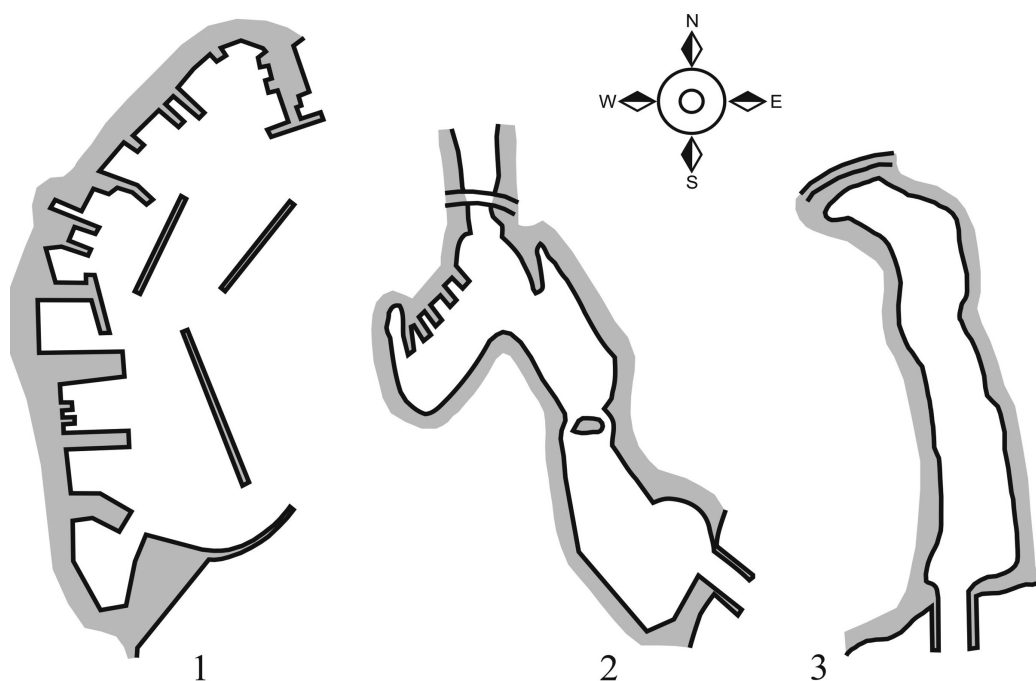


Рис.1.2-Схеми акваторій морських портів України: 1- МП Одеса, 2- Сухий лиман – акваторія МП Іллічівськ, 3 – Григорівський лиман – акваторія МП Південний.

У МП Південний, як і в Іллічівському, застосовано вздовж берегове розташування причалів. На берегах Григорівського лиману, крім причалів порту Південний і ТІС, знаходяться Нафтотермінал, Одеський припортовий завод і ряд інших підприємств. За проектом комплексного розвитку причальний фронт порту Південний повинен скласти 47-48 причалів загальною довжиною 12 км. Можливий повний розвиток МП

Південний оцінюється обсягами вантажообігу 66 млн.т на рік. Спочатку було заплановано, що цей порт буде глибоководнішим, ніж Одеський і Іллічівський. Велика частина причалів в ньому будується таким чином, що днопоглиблення може здійснюватися поступово, у міру необхідності. В даний час в МП Південний можуть прийматися судна з осадкою до 14,2 м.

МП класичного типу розміщуються на морському шельфі в затоках, бухтах, лиманах, гирлах річок, тобто в контактних зонах «суша — море» і «річка — море», і являють собою своєрідні крайові екосистеми, в яких різним чином поєднуються природні та антропогенні компоненти.

Основні морфо метричні характеристики Чорноморських портів України наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Найважливіші морфо метричні особливості акваторій головних Чорноморських портів України.

Морфометричні особливості	Морські порти		
	Одеський	Іллічівський	Південний
Довжина акваторії, км	3,0	7,2	7,0
Ширина акваторії, км	0,8-1,2	0,2-0,3	0,8-1,2
Середня глибина, м	9,5	7,5	9
Максимальна глибина, м	16,5	14,0	19,0
Площа акваторії, км ²	2,7	5,7	5,8
Об'єм води, млн·м ³	26,0	45,0	50,0
Довжина причалів і хвилеломів, км	18,0	8,0	7,0
Площа перерізу проходу на акваторію, м ²	11300	2500	3000
Площа підводних поверхонь гідротехнічних споруд, м ²	170000	80000	90000
Співвідношення об'єму води до площі підводних поверхонь гідротехнічних споруд, рази	153	525	535
Особливості акваторії і зв'язок з морем	Розділена на гавані з самотійними проходами	Єдина з єдиним проходом	Єдина з єдиним проходом

Все МП класичного типу включають у свою структуру три головних компонента: 1 — акваторії; 2 — штучні ГТС, огорожувальні акваторію і розміщені в ній; 3 — ПК з глибинами, відповідними таким акваторіях МП.

Биотическая структура екосистем акваторій МП відрізняється досить високою складністю. Наприклад, Григоріївському лимані — акваторії порту Південний виявлено понад 700 видів і підвидів різних гідробіонтів [320].

У структурі екосистем МП виділяються підсистеми пелагіалі, перифітали і бенталі. Перифіталь утворюють підводні поверхні стаціонарних ГТС і змочувані поверхні корпусів суден. У ценозе обростання на внутрішніх і зовнішніх поверхнях огорожувальних ГТС МП є відмінності. Бенталь на мілководдях (0-5 м), в проміжній зоні (5-8 м) і в глибоководній зоні (10-20 м) населена різними комплексами бентосних гідробіонтів. У МП мілководдя зберігаються в прибережній зоні і утворюються у вигляді мілин навколо ГТС — молів і хвилеломів.

2 ГІДРОЛОГІЧНА І ГІДРОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕЛАГІАЛІ МОРСЬКИХ ПОРТІВ

В екосистемах акваторій МП водна маса не тільки середовище, по якій прокладено транспортні шляхи для суден (фарватери), але і найбільший за обсягом і найбільш динамічний біотоп. Через водну товщу і завдяки їй в МП здійснюється зв'язок між найважливішими підсистемами їх екосистем — пелагіалью, бентальню і перифітальню. Саме водна маса робить можливим проживання біотичних компонентів екосистем в МП в схожих умовах.

Об'єм води в чорноморських портах може досягати десятків мільйонів кубометрів, а товщина водного шару — 20 м і більше. В процесі днопоглиблення та гідротехнічного будівництва глибини, обсяг води, площа штучних твердих субстратів в МП збільшуються, однак площа водного дзеркала і площа дна залишаються незмінними або навіть зменшуються.

Екосистеми всіх МП Чорноморсько-Азовського басейну функціонують в умовах зниженої динаміки вод. Розподіл комплексів організмів у всіх підсистемах екосистем МП регулюється освітленістю, кількістю їжі, гідродинамікою і вмістом кисню. Забруднення акваторій МП, що відбувається в результаті антропогенної діяльності, зазвичай носить епізодичний характер, і в кожному МП має свою специфіку.

До процесів збагачення води киснем відносяться: 1 — адсорбція з атмосфери; 2 — виділення водною рослинністю в процесі фотосинтезу при наявності сонячного світла і вуглекислоти; 3 — надходження з дощовими водами.

Товща води є середовищем, з якої так чи інакше пов'язані харчові ресурси екосистем МП — сейстон в цілому і мертва органічна речовина (ОР) у вигляді зваженої органічної речовини (ЗОР) і розчиненої (РОР).

Шар води від поверхні до дна, що прилягає до бічних стінок молів і хвилеломів, шириною близько 0,5—1,0 м, являє собою контактну або

екотону зону, яку населяють як типові планктери, личинки і молодь рухомих безхребетних зі складу перифітону і личинки, мальки, молодь риб. Розподіл різних представників біоти акваторіями МП і в товщі води визначається гідродинамікою вод та їх здатністю переміщатися в горизонтальному і вертикальному напрямках. У пелагіалі МП виділяються угруповання гідробіонтів: гіпонейстон, планктон, нектон. До складу планктону входять фіто-, бактеріо-, зоо - та іхтіопланктон.

Пелагіаль в МП по вертикалі поділяється на горизонти: 1 — шар, який прилягає знизу до плівки поверхневого натягу — гіпонейсталь (0-30 см); 2 — шар між гіпонейсталью і верхньою межею пікноклину — епіпелагіаль; 3 — шар пікноклину; 4 — шар під пікноклином до зони, зараженої сірководнем, — батіпелагіаль; 5 — придонний шар води, зараженої сірководнем, — гіпоксіаль або аноксіаль. Занурюючись, організми концентруються уздовж ізопікнічних поверхонь і на дні. Пелагіаль об'єднує різними загальними факторами, абіотичними та біотичними зв'язками і залежностями всі підсистеми в МП в єдині екосистеми.

2.1 Найважливіші абіотичні особливості пелагіалі морських портів

Найбільші площі акваторій мають МП, побудовані на водних об'єктах естуарного типу, — Сухий і Григорівський лимани. В акваторіях всіх МП можна виділити важливі біотопи: 1 — товща води; 2 — штучні тверді поверхні; 3 — ґрунти прибережних мілководь; 4 — ґрунти глибоководних ділянок (8-20 м). Екосистеми акваторій МП складаються з підсистем: 1 — пелагіалі; 2 — перифіталі; 3 — бенталі.

У підсистемі пелагіалі від поверхні до дна мешкають великі угруповання гідробіонтів: гіпонейстон, планктон (епіпланктон і батіпланктон) і нектон. Населення перифіталі і бенталі представлено мікро-, мейо - та макрзообентосом, мікро - і макрофітобентосом. Бактерії присутні у всіх

трьох підсистемах. У пелагіалі виявляються личинкові стадії розвитку багатьох бентосних форм.

У підсистему перифіталі входить постійний компонент — підводні поверхні ГТС і змінний — змочувана поверхня корпусів суден. У підсистемі бенталі істотні відмінності спостерігаються в характері ґрунтів і ряді гідрохімічних показників на прибережних мілководдях і мілинах, та в глибоководних ділянках. У кожній із підсистем присутні гідробіоти, які здійснюють первинне і вторинне продукування органічної речовини (ОР), трансформацію ОР, редукцію ОР. Кожна з підсистем відповідає вимогам, що пред'являються до екосистемам, і в них може бути більш або менш автономно здійснюватися кругообіг речовини.

Завдяки гравітації, мертва ОР і мінеральні частинки різного походження з підсистеми пелагіалі переходять в бенталь. У цьому процесі беруть участь і планктонні тварини, які здійснюють біоседиментацію. Організми, що населяють перифіталь, відфільтровують з товщі води сейстон, забезпечуючи потреби в їжі, а в воду виділяють метаболіти, фекалії і псевдо фекалії. У МП мешканці пелагіалі, бенталі і перифіталі взаємодіють один з одним і пов'язані великою кількістю зв'язків.

Представники нектону — риби і дельфіни, а також і великі донні безхребетні, здатні переміщатися з екосистеми МП в суміжні ділянки моря, об'єднують їх в системи більш великого масштабу. З їх допомогою здійснюється передача речовини і енергії. Ці зв'язки посилюються завдяки судноплавству.

В екосистемах акваторій МП абіотичні та біотичні процеси тісно пов'язані і поділ їх значною мірою носить умовний характер.

2.2 Солоність води в морських портах

Мінімальні значення солоності (6,0—7,0 ‰) в поверхневому горизонті Григорівського лиману відзначають навесні. Як і в Одеському МП, це пов'язано з надходженням вод з Дніпро-Бузького лиману в період повені. В лимані встановлюється двошарова галинна структура: у верхньому шарі товщиною 3-5 м солоність становить 7-8 ‰, у придонному — 15-17 ‰. У Григоріївському лимані слабка мінливість солоності біля дна спостерігається на протязі всього року [39]. Оскільки Григорівський лиман сполучається з морем за допомогою лише одного каналу з площею поперечного перерізу близько 3 тис. м², а акваторії Одеського МП та Одеської затоки з'єднуються трьома проходами з загальною площею поперечного перерізу близько 11,3 тис. м², то опріснюючий вплив вод Дніпро-Бузького лиману в Одеському МП часто проявляється набагато сильніше, ніж у Григоріївському лимані. І це незважаючи на те, що останній знаходиться значно ближче до джерела розпріснення.

У центральній частині Сухого лиману амплітуда коливань солоності складає 5,28—18,06 ‰. Відмінності у солоності в поверхневому і придонному шарах у водоймі досягають 10-12 ‰. Протягом усього року солоність в придонному шарі води у водоймі вище, ніж біля поверхні.

2.3 Температура води і льодоутворення в морських портах

Температурний режим Чорного моря типовий для водойми помірної зони. Район моря відрізняється більш сильними вітрами, ніж навколишня його суша. Переважають вітри північно-західного, західного і південно-західного напрямків, пов'язані з циркуляцією в помірних широтах північної півкулі. У літні місяці на узбережжі виникає базова циркуляція — вітри дмуть вдень з моря на суходіл, вночі — з суходолу на море. Взимку поверхневі води його

північно-західного і північно-східного районів охолоджуються до нуля і в мілководних ділянках шельфу, в бухтах та лиманах, в яких розташовані порти, може утворюватися льодовий покрив. Північно-західна частина моря найхолодніша. Середньорічна температура води Чорного моря коливається від 11,0 до 11,5 °С у Одесі. Води північної частини моря піддаються охолодженню до нуля, тоді як в південній частині в зимовий період зберігається температура 8,0—9,5 °С.

Влітку поверхня моря прогрівається до 28-30 °С біля берегів і до 21-23 °С в глибоководних районах. Величина річного ходу температури поверхневого шару води за середніми місячними даними в більшій частині районів чорноморського узбережжя коливається близько 17-20 °С. Максимальний розмах температурних коливань у Варненському затоці становить 30 °С [39]. Коливання температури води в МП Одеса, Іллічівськ, Південний та ряді інших складають 28-30 °С. Біля південних берегів вони значно менше (близько 15-20 °С).

Термоклин в ПЗЧМ починає утворюватися в період весняного прогріву в березні — квітні. Весна на багатьох ділянках узбережжя Чорного моря настає з запізненням за більш повільного прогрівання морських вод порівняно з сушею. Осінь в прибережних районах Чорного моря більш тепла і сонячна, ніж у більш віддалених.

Прогрів води в МП до 26 °С є критичною для багатьох гідробіонтів. Однак завдяки тому, що з глибиною температура швидко падає, у рухливих гідробіонтів є можливість переміщуватись в більш глибокі шари. У придонному шарі у всіх портах з глибинами понад 8-10 м може формуватися двошарова структура водних мас. Перепади температури води в акваторіях Одеського, Іллічівського і Південного МП можуть іноді перевищувати 10-12°С [32].

На північному узбережжі Чорного і Азовського морів зафіксована температура повітря до — 30 °С На південному узбережжі Чорного моря

температура повітря в січні скрізь позитивна + 5, + 6 °С. В північних районах вода охолоджується до мінус 1-3 °С. При мінусових температурах поверхню води в ПЗЧМ, в Дністровському та Дніпро-Бузькому лиманах, в Азовському морі іноді повністю покривається льодом товщиною до 50-60 см.

Період льодоставу негативно впливає на живе населення водних об'єктів, включаючи і акваторії МП. Крижаний покрив ізолює воду від повітря, припиняє надходження атмосферного кисню. При випаданні снігу на поверхню льоду зменшується проникнення сонячної радіації в товщу води, різко сповільнюється утворення кисню в фотосинтетичних реакціях та знижується його вміст у воді. На цьому тлі використання кисню бактеріями, водними рослинами і тваринами для підтримання своєї життєдіяльності може сприяти розвитку гіпоксії та аноксії.

Поділ акваторій МП на окремі гавані, як наприклад в Одеській, сприяє прискоренню утворення в них крижаного покриву. Для проходження суден лід в судноплавних каналах і акваторіях самих МП в Чорному і Азовському морях періодично ламається з допомогою потужних криголамів і буксирів, що поліпшує кисневий режим в товщі води і на дні. Там, де такі операції не здійснюються, зимові замори донної фауни не є рідкістю.

В деякі роки замерзає акваторія Новоросійського порту. Південніше його лід в портах не утворюється. Хоча Маріупольський порт (Азовське море) і відкритий цілий рік, середня тривалість навігації з льодової проведенням в ньому в суворі зими становить 86 діб — з грудня по березень. Льодоутворення в Одеському МП відбувається не кожен рік. Найбільш раннє повне замерзання зазначено в кінці другої декади грудня, а найбільш пізніше — в першій декаді березня. Найчастіше спостерігається часткове замерзання гаваней. Самий пізній термін остаточного очищення від льоду в Одеському МП відзначався в перших числах квітня [9]. В суворі зими лід на акваторіях МП може спричиняти механічну шкідливу дію на гідробіонтів обростань в приповерхневому горизонті.

Внутрішній хід температури поверхневого шарі в Григоріївському лимані вказує, що максимум припадає на серпень (пік літнього гідрологічного сезону), а мінімум — на лютий (пік зимового), і збігається з середньобогаторічним внутрішньорічним ходом температури в прилеглому районі моря. Максимальна температура біля поверхні становить 26-28 °С, досягаючи на мілководдях 30 °С [39]. Ця закономірність властива також акваторіям інших морських портів. Лід в Григоріївському лимані найчастіше з'являється в грудні. Повне замерзання настає у другій половині січня. Товщина припою в помірні зими становить 40-45 см, в суворі — 55-60 см. Очищення акваторії від льоду зазвичай відбувається в кінці лютого, а в суворі зими лід тримається до кінця березня. Аналогічним чином льодоутворення проявляється і на акваторії Сухого лиману [32].

Іноді льодоутворення в Одеському МП буває пов'язано з битим льодом, винесеним з Дніпро-Бузького лиману. Цьому сприяє наявність у порту трьох проходів. Вітром і течіями битий лід заганяється на акваторію порту, де при низьких температурах може змерзати, утворюючи суцільний покрив. Проникнення битого льоду з Дніпро-Бузького лиману в Григорівський і Сухий лимани нами не спостерігалось.

Лід, що утворюється з морської води, що містять менше солей, ніж вода до замерзання. Солоність нижнього шару льоду, зануреного у воду, вище, ніж верхнього, навіть у прісноводного льоду, винесеного в море, так як нижня його частина пропитується морською водою. Танення льоду призводить до зниження солоності води в поверхневому шарі на акваторіях морських портів.

2.4 Колір води в морських портах. Прозорість води. Освітленість

Колір води в МП залежить від часу року, глибини, характеру ґрунту, кількості і особливостей суспензії, прозорості та освітленості, а також географічного положення порту.

Протягом більшої частини року прибережні води ПЗЧМ взагалі, і акваторій МП зокрема, мають зеленуватий, жовтий і жовто-зелений колір. Зазвичай це показник високої продукції фітопланктону. На колір води і на деякі гідрохімічні і гідробіологічні показники на акваторіях МП більший чи менший вплив чинять річки, які сюди впадають, випуски стічних і дренажних вод, поверхневий стік. Багато МП перебувають в оточенні міської та промислової забудови. Штучне збільшення замкнутості акваторій МП підвищує вплив на їх екосистеми поверхневого стоку з водозбірних площ. Це найбільшою мірою проявляється в ході паводків, сильних злив, танення снігу і т.д. В такі періоди на акваторії портів надходить більша кількість ґрунтових змивів, ніж в інший час. На акваторію Іллічівського порту потрапляють води річки Великий Дальник, на акваторію порту Південний — річки Малий Аджалик.

Зважені і розчинені речовини різного походження, які надходять з річним стоком і з водозбірної площі змінюють на акваторіях МП як колір води, так і прозорість.

Здатність води пропускати сонячне світло залежить від властивостей самої води та її прозорості. У різні сезони року та при різних метеорологічних умовах вода на акваторіях МП може мати різний колір і змінювати його відтінки. Колір води безпосередньо залежить від забарвлення розчинених у ній речовин, завислих мінеральних і органічних часток і мікроорганізмів, що населяють водну товщу. Часто спостерігається в МП масовий розвиток дрібних планктонних гідробіонтів, зазвичай зі складу планктонних водоростей і найпростіших, може викликати таке явище, як

«цвітіння» води. При цьому вода поряд зі звичайним зеленим або жовтим відтінками іноді набуває бурий або червонуватий колір.

Скаламучування донних осадів в МП в результаті впливу сильних штормів, при проведенні днопоглиблювальних робіт, при гідротехнічному будівництві, русі суден з глибокою посадкою спричиняє зміну кольору і прозорості води, яке триває 2-3 доби. У води з'являється сірий, жовтуватий або коричневий відтінок. При абразії берегів червоних глин (як у ПЗЧМ) вода має червонуватий колір і освітлюється зазвичай за дві доби після припинення шторму.

Вода на акваторіях МП Одеса, Іллічівськ, Південний, як правило, має жовтий, зелений або мутно-жовтий колір. Блакитні відтінки з'являються в зимовий період [9, 32, 39]. Пожовтіння морської води часто означає наявність у неї високої концентрації так званого «жовтого речовини», що представляють собою суміш розчинених ОР різного походження [19, 34, 37].

Прозорість води в МП залежить від концентрації в ній зважених частинок різної величини і походження та вищезгаданої розчиненої органічної субстанції — «жовтої речовини». Основним джерелом «жовтої речовини» у всіх морях є відмерлі клітини фітопланктонних організмів. Прозорість води в МП носить сезонний характер. Найбільша прозорість на їх акваторіях відзначається в періоди, коли розвиток більшості фітопланктонних форм сповільнюється, викид статевих продуктів молюсками-оброствателями припиняється і відсутні сильні шторми. Умовна прозорість води у відкритій частині Чорного моря взимку і навесні коливається від 10 до 18 м, влітку — від 15 до 25 м, восени — від 15 до 18 м. Прийнято вважати, що найбільша зафіксована достовірна прозорість в Чорному морі складає 25 м, а в Азовському — 6 м [21].

У водах із зниженою гідродинамікою, як в МП, мінеральні частки суспензії, як правило, осідають на дно швидше, ніж всі інші компоненти, і тоді її основу складають живі рухливі форми і порівняно недавно загиблі

клітини. Вертикальний розподіл вод різної прозорості в МП пов'язаний з положенням шару скачку щільності (пiкноклин), у якому скупчується планктон, детрит та інші органічні та неорганічні сполуки. Під пікноклином, в придонному шарі, прозорість води може в кілька разів перевищувати таку у поверхні.

Як вже зазначалося, зміна прозорості морської води в значній мірі пов'язано з кількісним розподілом фітопланктону і складом його масових видів.

2.5 Кисень і сірководень у морських портах

Для гідробіонтів, що населяють акваторії МП, кисень і сірководень відіграють надзвичайно важливу роль. Як на акваторіях МП, так і у відкритих районах моря, в товщу морської води кисень надходить з атмосфери, при вітровому і хвильовому перемішуванні, з дощовими водами і в результаті фотосинтетичної діяльності мікро - і макрофітів. У прибережних районах Чорного моря, тобто там, де і розташовуються МП, величина добової продукції кисню в 1,5—2 рази вище, ніж у глибоководних [34]. Знижена гідродинаміка, ослаблене вітрове і хвильовий вплив на акваторіях МП гальмують надходження кисню з атмосфери, але ці ж особливості сприяють масовому розвитку в МП деяких планктонних водоростей. У портах, незважаючи на знижену прозорість води і ослаблену освітленість, умови для фотосинтетичної діяльності мікро - і макрофітів у приповерхневому шарі залишаються цілком сприятливими.

Основне джерело кисню у воді — атмосферне повітря. Значна частина його виділяється рослинами в процесі фотосинтезу, при якому відбувається окислення води і відновлення двоокису вуглецю. Кисень необхідний абсолютній більшості водних гідробіонтів з самих різних

систематичних груп та екологічних комплексів. Для гідробіонтів важливо не тільки наявність кисню, але і щоб він перебував у відповідних концентраціях.

Розчинність атмосферного кисню у воді залежить від температури, солоності і атмосферного тиску. Обмін киснем між водним середовищем і атмосферою носить динамічний характер і складається з двох процесів: інвазії (надходження кисню з повітря у воду) і енвазії (переходу кисню в атмосферу при перенасиченості ним поверхневого шару в результаті фотосинтетичної діяльності рослин). Ці процеси прискорюються при турбулентному перемішуванні водних мас і впливі вітру на поверхню води.

Максимальне насичення води киснем води за рахунок інвазії не може перевищувати 100 %. Вміст кисню більше 100 % збільшується внаслідок фотосинтезу водоростей. При цьому насичення води киснем може досягати 150-200 % і більше. Насиченість води киснем менше 100 % свідчить про несприятливі умови для його інвазії, зниження інтенсивності його утворення за рахунок фотосинтезу і значне витрачання на окислення і біологічне розкладання (деструкцію) ОР. Всі ці прояви мають місце в екосистемах акваторій багатьох МП. Кисень у водних екосистемах необхідний у процесах розкладання РІВ, відмерлих рослин і тварин (детриту). При нормальному ході цього процесу складні органи - органічні сполуки перетворюються на прості (двоокис вуглецю, воду, азот) і знову включаються до кругообігу речовин у море. Розкладання ОР у водних екосистемах йде, насамперед, завдяки участі бактерій.

Бактеріальна деструкція ІВ залежить від концентрації розчиненого кисню. Вона протікає нормально при концентрації $8 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$ і більше. При концентрації $6 \text{ мг } \text{O}_2 \cdot \text{дм}^{-3}$ швидкість розкладання знижується на 10 %, при $4 \text{ мг } \text{O}_2 \cdot \text{дм}^{-3}$ — на 25 %, а при $2 \text{ мг } \text{O}_2 \cdot \text{дм}^{-3}$ — становить всього 40 % швидкості розкладання при $8 \text{ мг } \text{O}_2 \cdot \text{дм}^{-3}$ [29]. У придонному шарі в МП,

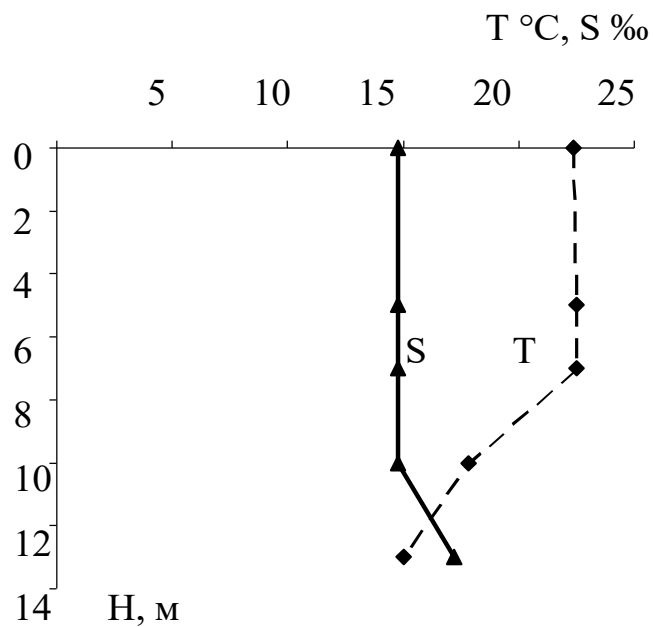
особливо в літні місяці, вміст кисню часто знижується до величин менше $1 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$. В екосистемах акваторій МП продукція первинної, а часто і вторинної ОР вище, ніж в прилеглих районах моря, і в них утруднене виведення надлишків ОР. Таке поєднання умов гальмує бактеріальну деструкцію ОР і сприяє формуванню зон гіпоксії та аноксії на дні МП.

Згінно-нагінні явища можуть викликати в Чорному морі біля приглубих берегів (МП) підйоми до поверхні холодних вод з-під пікноклину з низьким вмістом кисню. Підйом з глибини 20 м відбувається за кілька годин [24]. Ці явища проявляються в багатьох портах Чорноморсько-азовського басейну. Під час згінних вітрів до берега і на акваторію МП з підхідних каналів підтягується вода з глибини 10-20 м. Вона завжди буває більш солоною, ніж поверхнева вода, а влітку — і більш холодною. У теплу пору року температура води біля берега під впливом згінного вітру може протягом доби знижуватися на $10\text{--}12^\circ\text{C}$. В такі дні, влітку і восени, до берегів може підходити вода із запахом сірководню [22]. На акваторіях МП це явище набуває ще більш чіткого вираження.

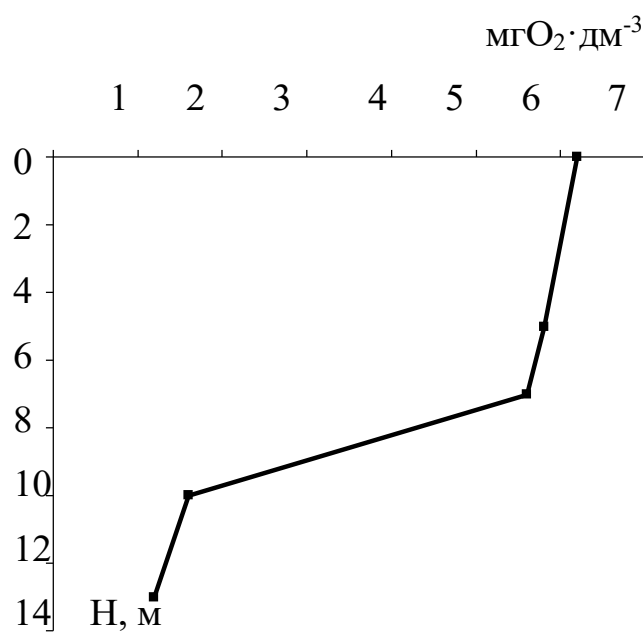
У 2001-2003 рр. в поверхневому шарі Сухого лиману максимальні значення кисню становили $15,7 \text{ мг } \text{O}_2 \cdot \text{дм}^{-3}$ (189,1 % насичення). В деякі періоди в придонному шарі вміст кисню знижувалося до $0,80\text{--}1,10 \text{ мг } \text{O}_2 \cdot \text{дм}^{-3}$ при насиченні $10,0\text{--}15,0 \%$ [32]. В окремі періоди різних років, наприклад, у серпні 1995 р. та на початку жовтня 2007 р., в Григоріївському лимані після серії згонних вітрів в придонному горизонті практично на всій акваторії насичення води киснем не перевищувало 30 %, що є критичним для багатьох бентосних тварин [39].

При зникненні кисню в придонному шарі води в МП (Одеський, Іллічівський, Південний, Маріупольський та ін) в її товщі відзначається поява сірководню. Вміст розчиненого кисню в придонному шарі в Одеському МП в окремі періоди знижується до $0,5\text{--}1,0 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$, що

призводить до гіпоксії і спостерігається поява сірководню в концентраціях $0,5\text{—}1,0\text{ мг}\cdot\text{дм}^{-3}$ (рис. 2.1) [9].



(a)



(б)

Рис. 2.1 - Утворення пікноклину (а) і придонної гіпоксії (б) у Військовій гавані Одеського морського порту в серпні 2011 р.

В евтрофікованих акваторіях, якими є багато МП Чорноморсько-Азовського басейну, істотно змінюються фізико-хімічні властивості середовища: підвищується зміст біогенних речовин (БР) і ОР, знижується рівень насичення води киснем, у придонних шарах води з'являються анаеробні зони, зростає каламутність і зменшується прозорість води. Масштаби і швидкості розвитку евтрофікації визначаються як надходженням біогенних елементів, так і освітленістю і інтенсивністю вертикального і горизонтального водообміну, глибиною водойми, об'ємом води і ступенем кисневого насичення водних мас. У глибоких водоймах, але з інтенсивним водообміном, евтрофікація може відбуватися повільніше, ніж у мілководних і слабопротвічних. У МП штучно збільшуються глибини, і послаблюється водообмін.

Джерелом утворення сірководню у водоймах є органічна речовина, яка розкладається, що накопичилася в донних ґрунтах в анаеробних умовах. При відсутності кисню сульфо-редуруючі бактерії використовують енергію сульфатів, а сірководень виділяється в навколишнє середовище.

При концентрації сірководню у воді близько $0,3 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$ кисень у воді практично відсутній. [36].

На більшій частині дна в Одеському, Іллічівському та Південному МП на чорному мулі в різні сезони року і в різні роки окислювальні умови змінюються відновними і навпаки, що перешкоджає розвитку гідро біонтів довгожителів. В окремі сезони вміст кисню в придонному шарі в Одеському МП знижується до $0,5\text{—}1,0 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$ і з'являється сірководень в концентраціях $0,5\text{—}1,0 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$ [9].

Коли глибина поширення вертикальних течій і вертикальний водообмін в МП обмежені температурної і солоностною стратифікацією, кисень під пікноклином витрачається і його запаси не поповнюються, концентрація кисню знижується до величин, недостатніх для дихання

гідробіонтів. Після повного витрачання кисню під пикноклином розвиваються анаеробні бактерії.

2. 6 Біогенні речовини в морських портах

В цілому кругообіг БР в екосистемах акваторій МП відбувається так само, як і в сусідніх з ними прибережних морських екосистемах. Проте є і деякі специфічні для МП відмінності. Як відомо, біогенними прийнято називати життєво необхідні організмам хімічні елементи. У порівняно великих кількостях гідробіонти потребують вуглець, водень, кисень, азот, фосфор, кремній і залізо.

Найбільшою мірою живі організми використовують і змінюють морській воді вміст фосфору, азоту і кремнію. Кругообіг і розподіл цих елементів у водних екосистемах взагалі, і в екосистемах МП зокрема, керується, насамперед, процесами фотосинтезу і розкладання ОР. У морській воді БР знаходяться головним чином у вигляді іонів фосфатів (PO_4), нітратів (NO_3) і кремнієвої кислоти (SiO^{2-}). Азот і фосфор забезпечують нормальне функціонування морських екосистем, але в той же час вони, при надмірно низьких і при надмірно високих концентраціях, викликають і різноманітні негативні процеси і наслідки. Біогенні елементи в складі сполук БР беруть участь у синтезі первинної продукції ОР, тобто у фотосинтезі. Основні БР — це мінеральні сполуки азоту (NH_4 , NO_2 , NO_3) і фосфору (PO_4), кремнію (SiO_3), а також органічні сполуки азоту ($\text{N}_{\text{орг}}$) і фосфору ($\text{P}_{\text{орг}}$), що утворюються в процесі життєдіяльності гідробіонтів і при деструкції мертвого ОР.

У воді азот знаходиться і в молекулярному вигляді (N_2) і його значення невеликі. Морські рослини не здатні безпосередньо засвоювати молекулярний азот, який надходить у воду з атмосфери в газоподібному стані. Для фотосинтезу достатньо 1 частини фосфору і 8 частин азоту. При

утворенні й розкладанні тканин живих організмів азот і фосфор використовуються або виділяються у співвідношенні близькому до 16 : 1. Приблизно в таких же співвідношеннях ці елементи присутні в морській воді. З поверхневого шару азот і фосфор вилучаються фітопланктоном і макрофітами. Всі інші організми використовують цю первинну продукцію фітопланктону, макрофітів і, яка включає в свій склад вилучені азот і фосфор, через різні по складності харчові ланцюги. В кінці циклу, після відмирання гідробіонтів, БР вивільняються з ОР в процесі деструкції.

Мертва ОР у зваженому (ЗОР) або розчиненому (РОР) стані є потенційним джерелом мінеральних сполук азоту і фосфору. Аеробна мінералізація мертвої ОР відбувається при концентрації кисню не менше $0,3 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$ і закінчується утворенням нітратів і ортофосфатів. В анаеробних умовах деструкція завершується утворенням амонійного азоту нітритів [14]. У прибережних водах процес регенерації азоту з ОР до форм, доступних для водної рослинності, протікає повільніше, ніж процес регенерації фосфору.

Вміст біогенних речовин в акваторіях МП залежить від надходження цих сполук в їх екосистеми з природних і антропогенних зовнішніх і місцевих джерел і, зокрема, з донних ґрунтів. Важливу роль відіграють температура води, освітленість, гідродинаміка, які визначають інтенсивність життєдіяльності водних організмів, процеси утворення, трансформації і деструкції ОР. В евтрофних екосистемах, до числа яких відносяться акваторії МП, не спостерігаються сезонні відмінності у вмісті БР, що створює існують передумови для майже цілорічного масового продукування фітопланктоном первинної ОР [32, 39].

Найважливіші форми азоту, що визначають біологічну продуктивність водних екосистем (життєдіяльність мікро- і макролітів, являються неорганічні іонні форми: амонійний (NH_4), нітрати (NO_3) і нітрити (NO_2). Загальний вміст сполук азоту свідчить про ступінь евтрофікації водної екосистеми. Основною формою азоту в МП є азот органічний ($\text{N}_{\text{орг}}$), який в

балансі сполук азоту у Григоріївському лимані, становить до 90 % (рис. 2.2) [39].

Співвідношення між мінеральними та органічними сполуками азоту характеризують рівень активності продукційних процесів і деструкції ОР. У Григоріївському лимані до середини 2000-х рр. у порівнянні з 1990-ми рр., середній вміст $N_{\text{орг}}$ збільшився майже в 6 разів. Максимальні значення у теплий період року відзначені у всій водній товщі. Зниження температури сповільнює деструкцію ОР і відбувається його накопичення в придонному горизонті і донних накопиченнях [39].

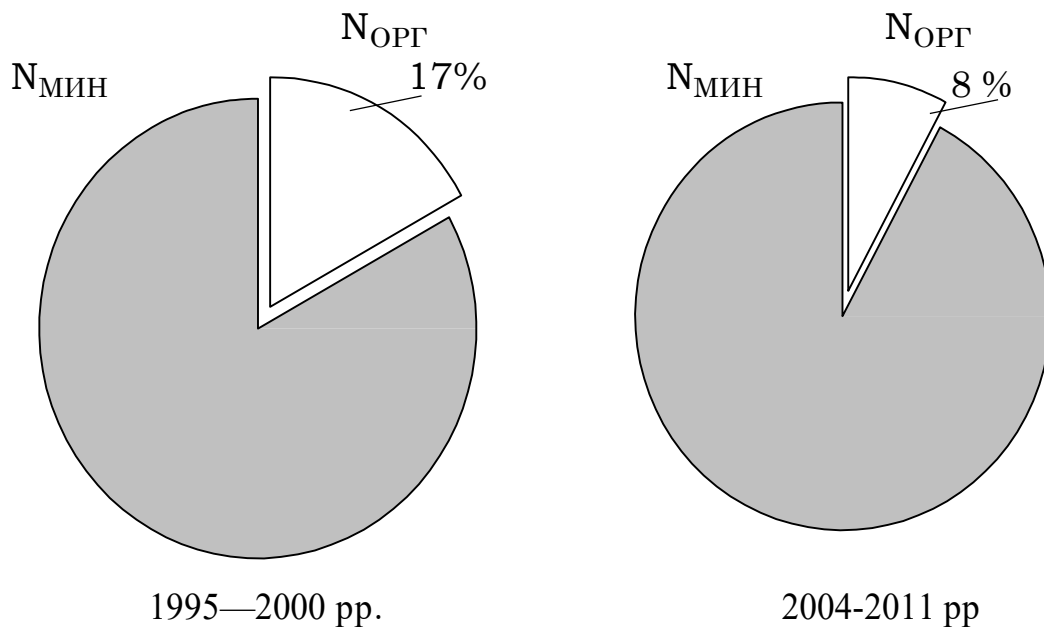


Рис. 2.2. Зростання органічних сполук азоту ($N_{\text{орг}}$) на тлі зниження мінеральних форм ($N_{\text{мин}}$) при евтрофікації акваторії морського порту Південний (Григорівський лиман).

Вміст нітратів (NO_3), окисленої мінеральної форми азоту, яка найбільш активно використовується мікро - і макрофітами при створенні нової ОР, у водах Григорівського лиману за останні десятиліття дещо зросла, що свідчить про неухильне накопичення нітратів в екосистемах акваторій МП,

що мають обмежений водообмін з прилеглим районом моря. Вміст нітритів (NO_2), нестійкої і токсичної форми азоту, в лимані незначне. Нітрити відзначаються в найбільш забруднених ділянках МП і в придонному горизонті при деструкції ОР в умовах гіпоксії у відновлюваному середовищі [39].

Сполуки фосфору — розчинені — мінеральний (PO_4^{3-}) і органічний (P) — проходять через усі ланки харчових ланцюгів, аж до повної деструкції ОР. Нестача фосфору може лімітувати процес фотосинтезу, т. к. азот завжди присутній у морській воді у вигляді трьох розчинних мінеральних сполук (NH_4 , NO_2 , NO_3). У водних екосистемах завдяки рослинам відбувається постійний кругообіг або рециклінг фосфору з мінеральної форми в органічну, а завдяки діяльності бактерій проходить трансформація в харчових ланцюгах і деструкція. Швидкість рециклінгу фосфору залежить від температури води, вмісту розчиненого кисню, життєдіяльності мікро- і макроорганізмів, тобто співвідношення інтенсивності процесів утворення первинної і вторинної ОР і біохімічного окислення ОР, і може становити від декількох годин до декількох діб [39]. Основною формою фосфору в екосистемах МП є ортофосфати (PO_4), мінливість концентрацій яких, як і нітратів, носить яскраво виражений сезонний характер — мінімальні концентрації відзначаються навесні і влітку, а максимальні — восени і взимку [9, 39].

У поверхневому шарі Чорного моря міститься в середньому $3\text{--}4 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$ сухої ОР [34]. У прибережних водах, а тим більше в акваторіях МП, вміст сухої ОР може бути на один — два порядки більше [32]. У морській воді у випадках, коли розкладання ОР йде за рахунок витрачання розчиненого кисню, зменшення його концентрацій не - посередньо пов'язане із зростанням надходження БР у водну товщу.

Кремній у формі аніона кремнієвої кислоти (SiO_3) є важливим елементом у морських екосистемах, являючись необхідний для життєдіяльності

діатомових і перидінієвих водоростей, деяких зоопланктонних організмів. Діатомеї і дінофлагеляти використовують кремній для будівництва зовнішніх скелетів. Основним джерелом його надходження в морську воду є річкові, зливові і талі води і продукти деструкції відмерлих водоростей, що містять кремній. Відомі ситуації, коли в морських екосистемах діатомові і перидінієві водорості вилучали весь доступний їм кремній з поверхневих вод, консервуючи його на деякий час і, таким чином, гальмуючи свій подальший розвиток. На зміну їм приходять інші, що не потребують кремнію, види мікроводоростей. Це — один з механізмів саморегуляції у водних екосистемах. Теоретично, у поверхневих водах МП кремній може лімітувати розвиток найбільш масових за кількістю видів мікроводоростей — діатомей і дінофлагелят. Однак оскільки одним із джерел поповнення запасів кремнію є річкові води, то у багатьох МП, в які впадають річки, дефіцит кремнію мало ймовірний. До того ж, у екосистемах акваторій МП кремній накопичується в донних осадах, і з цього депо може знову повертатися у водну товщу.

В акваторіях МП спостерігається певна сезонна мінливість вмісту кремнію у воді. Вона найбільш тісно пов'язана з розвитком його основного споживача — діатомових мікроводоростей. Діапазони мінливості вмісту кремнію, зокрема, в акваторії Григорівського лиману, із-за більш активного розвитку в ньому, порівняно з прилеглим районом моря, продукційно-деструкційних процесів, більше. Вміст кремнію у воді Григорівського лиману за результатами багаторічних спостережень вище, ніж на сусідній ділянці моря, і змінюється протягом року від 2,3 до 4,8 мг·дм⁻³ [39]. У 1998-2001 рр. у воді Одеського МП виявлена тенденція до збільшення вмісту кремнію [28]. мкг·дм⁻³) — в придонних ділянках. Ці значення помітно вище концентрацій характерних для відкритих районів моря — 0-390 мкг·дм⁻³ для шару 0-20 м [5].

В прибережних водних екосистемах загалом і в екосистемах акваторій МП зокрема, донні накопичення відображають процеси, що відбуваються у водній товщі. Поріві розчини донних накопичень — вода в інтерстиціальних просторах ґрунту — також характеризують стан донних накопичень і є необхідним елементом в балансі БР екосистем портів. Дослідження в Одеському порту і в Григоріївському лимані показали, що у донних накопиченнях і, отже, в порових розчинах відбувається накопичення ОР алохтонного і автохтонного походження.

Бентосні організми постачають в донні накопичення ОР у процесі життєдіяльності, переміщують, утилізують і переробляють ОР, сприяють аерації верхньої товщі осадів, беруть участь у деструкції ОР і дифузії в придонний шар води. Деструкція ОР у донних накопиченнях МП відбувається як у присутності кисню, так і за його відсутності. У Григоріївському лимані основна кількість рухливих БР (93-98 %) в порових розчинах знаходиться у верхньому десяти сантиметровому шарі донних накопичень. Така ситуація створює значний градієнт концентрацій на межі «вода — донні накопичення», сприяє міграції БР з донних накопичень у придонний шар води [18, 39].

При проведенні досліджень в 1998-2001 рр. в Одеському МП виявлена тенденція збільшення рівня вмісту фосфатів, загального фосфору, амонію, нітратів, загального азоту і зниження вмісту розчиненого кисню і рН. У придонному шарі вод в літній період (липень — серпень) кожен рік спостерігалися предгіпоксійні і гіпоксійні явища [28].

Завдяки штучному зменшенню гідродинаміки, ослаблення водообміну, природної або штучної обмеженості акваторії МП стають седиментаційними пастками. Одночасно вони стають пастками і для розчинених БР, що надходять із сусідніх ділянок моря. Фітопланктон використовує їх для побудови своїх клітин. Після їх відмирання ОР у вигляді суспензії лише частково виводиться за межі акваторій МП, а основна їх маса в результаті

гравітаційної та біологічної седиментації депонується на дні. Опади, які багаті ОР, створюють харчовий ресурс не тільки для бактерій, але і для багатьох найпростіших і багатоклітинних організмів. При русі по харчових ланцюгах такі опади перетворюються в фекальні грудочки різного розміру, які, в свою чергу, виявляються харчовим ресурсом для інших гідробіонтів. Остаточну деструкцію ОР завершують бактерії. Із-за відносно невеликих глибин і ослабленої гідродинаміки органічна суспензія як компонент детриту осідає на дно в МП порівняно швидко (години, десятки годин). Донні накопичення являються депо біогенних речовин в морських портах.

3 НАЙВАЖЛИВІШІ БІОТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕЛАГІАЛІ МОРСЬКИХ ПОРТІВ

У морських портах (МП) населення товщі води відчуває добові, сезонні, міжрічні зміни. Найбільшою мірою це пов'язано з температурою, солоністю, вмістом кисню та біогенних речовин, рН, гідродинамікою і вертикальною стратифікацією.

У товщі води МП живуть організми, що входять до складу угруповань гіпонейстону, планктону і нектону. Угруповання планктону представлено бактеріо-, фіто-, зоо - та іхтіопланктоном. Планктонні комплекси в МП, як і аналогічні комплекси в прилеглих до них екосистемах Чорного моря, мають відносно просту просторову структуру. Однорідність біоти пов'язана з перемішуванням водних мас. Тим не менш, на розподіл планктону в МП певний вплив надає вертикальна стратифікація водної товщі, для якої там штучно створюються умови. З настанням літа термоклин в МП зазвичай розташований ближче до поверхні і більш різко виражений. У Сухому і Григоріївському лиманах, як і на інших акваторіях портів, які надходять річкові води, найчастіше простежується і горизонтальна неоднорідність у розподілі планктонних організмів, пов'язана з локальними процесами.

Розподіл планктонних організмів у пелагіалі МП тісно пов'язане з розподілом ЗОР і РОР, які не тільки утилізуються ними, але і утворюються за участю планктонних організмів з різних таксономічних груп. Велика кількість пелагічних планктонних тварин харчуються ЗОР і РОР, що утворюються при розкладанні фітопланктону, тобто детритом і агрегованою РОР. Однак основними споживачами детриту і фекальних пелет планктерів якими являються бентосні організми, що мешкають в бенталі і перифіталі [23].

Поряд з сейстоном і детритом в морській воді, особливо в прибережних районах, присутня в розчиненому вигляді велика кількість органічних

продуктів метаболізму гідробіонтів: різні вуглеводні, нижчі і вищі органічні кислоти, білкові сполуки, амінокислоти, вітаміни, гормони і інші сполуки [12].

Великий внесок у загальний вміст РОР в морській воді вносять макрофіти і, насамперед, домінуючі за біомасою види. Загальна кількість ОР, в процесі життєдіяльності виділяється угрупованнями макрофітів, досягає 2,6 кг в рік на 1 м² поверхні субстрату, причому в активно зростаючих водоростей швидкість виділення органічних метаболітів може бути в 2,5—3 рази вище, ніж у тих ріст яких гальмується [12].

Багато водоростей, які мешкають на акваторіях МП у своєму розвитку мають пелагічні стадії. Хоча самі макрофіти і прикріплюються до ТС, їх таломі знаходяться в товщі води, як в придонному, так і в приповерхневому шарі, коли вони утворюють поселення на молах, причалах, хвилеломах. У МП пояс макрофітів, що ростуть на бічних поверхнях ГТС, зазвичай формується на глибинах від 0,2—0,5 до 1,0—1,5 м.

В приповерхневому шарі води в прибережних водах Чорного моря у великій кількості виявляються спори і міцелії грибів. В піні на поверхні води чисельність грибів часто на кілька порядків вище, ніж у підповерхневому горизонті. Це явище може бути пов'язано з концентрацією під плівкою поверхневого натягу ВОР і РОР [32]. Наявність спор і міцелійів грибів в шарі гіпонейстону дає підставу говорити про існування тут міконейстону. В екосистемах акваторій МП гриби відіграють дуже велику роль і береть активну участь у розкладанні ОР.

У МП є зони підвищеної концентрації РОР до числа яких входять ділянки «вода — дно», водна маса, що прилягає до підводних поверхонь ГТС, і гіпонейстонний шар. Найважливіша роль у його формуванні належить бактеріям і діатомовим водоростям, а також різним зоо - і фітоорганізмам [17].

На рисунку 3.1.9 схематично наведені основні біотопи пелагіалі МП.

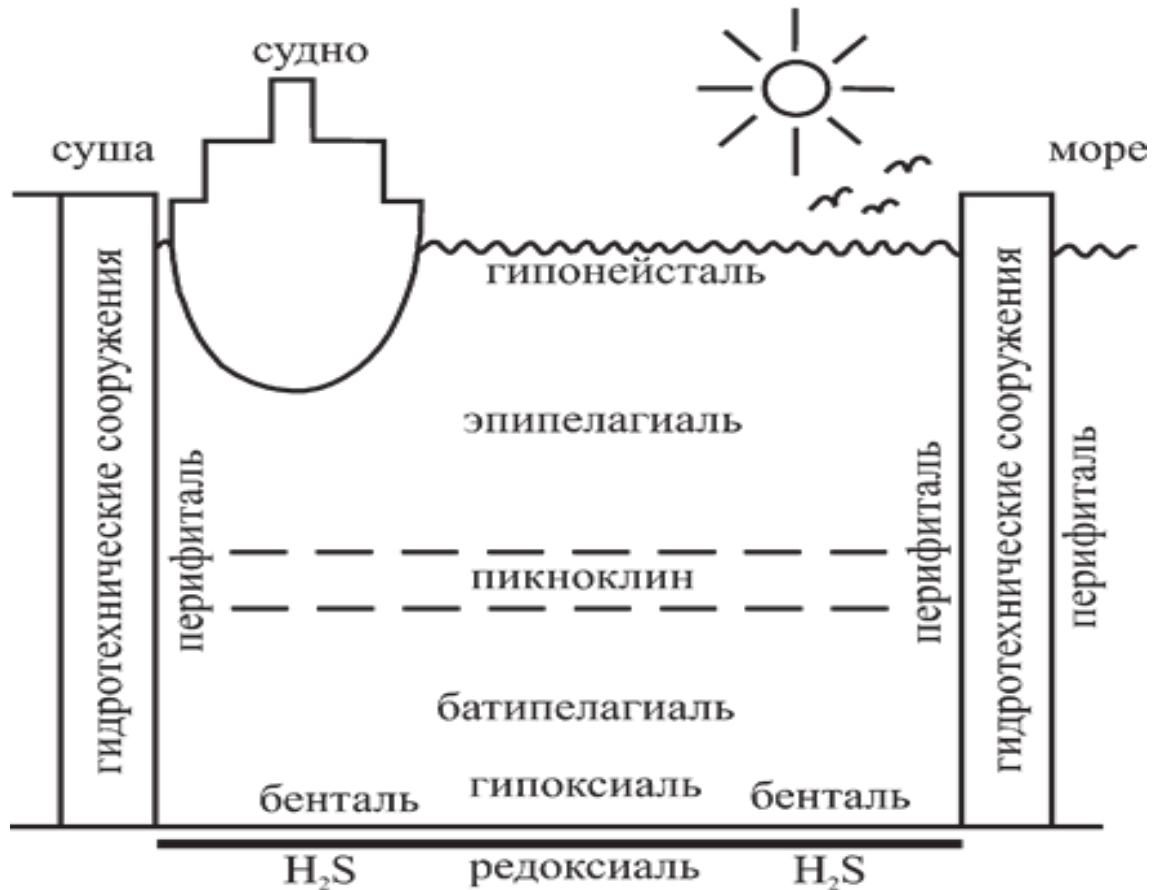


Рис. 3.1 - Загальна схема основних біотопів екосистеми акваторії морського порту класичного типу

3.1 Фітонейстон і фітопланктон акваторій морських портів

В приповерхневому шарі Чорного моря спостерігаються постійні скупчення одноклітинних водоростей, які на 1-3 порядки перевищують їх чисельність у товщі води. Зазвичай у складі фітонейтону переважають діатомові, передінієві і синьо-зелені водорості. Піна, яка утворюється на водній поверхні в прибережних районах Чорного моря містить велику кількість бактерій, клітин планктонних водоростей і їх цист. В Одеській затоці чисельність цист дінофлагелят на 2 порядки перевищує таку в підповерхневому шарі води. Аналіз вертикального розподілу деяких масових

видів фітопланктону показав їх закономірне зосередження біля поверхні пелагіалі [32].

Планктонні водорості — автотрофи, поряд з водоростями макрофітами і мікрофітобентосом в морських екосистемах, використовуючи сонячне світло для фотосинтезу, перетворюють неорганічні компоненти морської води в органічні сполуки. Фітопланктон — основний продуцент ОР в морях взагалі і на акваторіях МП зокрема. Від утворення планктонними водоростями ОР прямо чи опосередковано залежить існування тварин в товщі води, в бенталі і перифіталі.

При інтенсивному розвитку фітопланктону в МП не тільки змінюється колір води, але і різко зменшується прозорість і погіршується освітленість більш глибоких шарів води.

Найбільшого розвитку на протязі доби фітопланктон досягає в поверхневому шарі моря в денні та вечірні години. В цей період там фіксується зростання концентрації кисню. Це — результат фотосинтетичної діяльності планктонних водоростей. Добовий максимум концентрації кисню в поверхневому шарі води в Чорному морі припадає на 17-20 годин, а мінімум — на 7-8 годин ранку [34].

Гідродинамічні процеси в МП мають велике значення для розподілу і життєдіяльності не тільки фітопланктону, але і пов'язаних з ними трофічними зв'язками бактерій і найпростіших. Планктонні діатомові водорості з кремнеземним панциром краще розвиваються в умовах активного перемішування води, що сприяє їх знаходженню у зваженому стані. Найбільш поширені в екосистемах МП діатомові водорості добре розвиваються при швидкості течій $0,7 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ і більше. Для хлорококових і зелених водоростей лімітуючою є швидкість течії в межах $0,5\text{—}0,8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, а для синьо-зелених водоростей — збудників «цвітіння» води — швидкість $0,2 - 0,3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ вже несприятлива [29]. На акваторіях МП протягом більшої частини року відсутні великі швидкості течій, лімітуючі розвиток

фітопланктону, і за - часту спостерігаються занадто малі, складові менше $0,01 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ [39].

Розподіл фітопланктону по вертикалі, наприклад в Григоріївському лимані, непостійний і залежить від мінливої в різні сезони року гідрологічної ситуації. У весняні та літні місяці кількість клітин в поверхневому шарі на 1 - 2 порядки вище, ніж в придонному. В осінні і зимові місяці скупчення фітопланктону відзначаються і в придонному шарі [39].

У товщі води в Чорному морі мешкають світлолюбні і тіньлюбні види планктонних водоростей, що входять відповідно до складу епі - або батипланктонного комплексів. Деякі перидінеї мають світлочутливий орган і можуть активно переміщатися у напрямку джерела світла. На відміну від планктонних водоростей, більшість планктонних тварин мають позитивний чи негативний фототаксис, але розподіляються в пелагіалі не тільки у відповідності з освітленістю, але і в залежності від доступності їжі і вмісту розчиненого кисню.

Наявність огорожувальних акваторії МП ГТС і існування в більшості з них лише одного проходу в більшій чи меншій мірі знижують можливості винесення і розсіювання живого і мертвого фітопланктону.

Встановлено, що багато пелагічні мікроводорості володіють одночасно здатністю до автотрофному і гетеротрофному харчування. Форми з переважаючою автотрофією населяють евтрофічний шар у районах Чорного моря з відносно низькою концентрацією РОР. Акваторії великих МП зазвичай до таких не належать, і тому в них формуються умови для гетеротрофного живлення. При ослабленні освітленості багато мікроводорості легко переходять від автотрофної до гетеротрофної утилізації деяких розчинених органічних сполук. Таким чином, так звані тіньлюбні мікроводорості, зазвичай концентруються в товщі води у зоні термокліну і глибше, МП можуть використовувати гетеротрофний тип живлення в затінених зонах вище термокліну.

Всі основні групи водоростей, представлені в планктоні Чорного моря і живуть в МП (діатомеї, дінофлагеляти, силікофлагеляти, коколітофориди, зелені джгутиконосці, синьо-зелені водорості, або ціанобактерії) здатні в тій чи іншій мірі регулювати своє положення в товщі води за рахунок зміни питомої ваги шляхом накопичення жиру (діатомеї) або утворення повітряних бульбашок (синьо-зелені), за рахунок підвищення здатності ширяння (діатомеї), або за рахунок активних рухів (флагеляти).

Планктонні діатомеї утримуються в товщі води, що забезпечується як наявністю в тілі численних вкраплень жиру, так і полегшеним тонкостінним панциром, на якому розташовані численні нарости і шипи, які збільшують питому поверхню клітин.

Міграції планктонних водоростей до поверхні і масовий розвиток їх там, з одного боку, забезпечують їм кращу освітленість і більш високу гідродинаміку, а з іншого - викликають затінення лежать глибше шарів води, пригнічуючи на якийсь час розвиток конкуруючих видів фітопланктону.

На акваторіях МП в товщі води виявляється значна кількість так званих випадково-планктонних або бенто-планктонних видів мікроводоростей, представлених переважно діатомеями.

У МП діатомові водорості забезпечують тісний зв'язок між товщею води, бентальню і перифітальню. Після інтенсивної вегетації і масового розвитку, а також при стресових ситуаціях в товщі води багато видів діатомових опускаються на поверхню донних відкладень у вигляді покояться суперечка, окремих вегетативних клітин і нитчастих колоній. При поліпшенні абіотичних умов спори і вегетативні клітини здатні повертатися в пелагіаль. Бентосні діатомові можуть в будь-який сезон року переходити з бентосу в планктон і з планктону — бентос [25].

Такий механізм забезпечує збереження популяцій діатомових водоростей на акваторіях МП при негативних змінах умов зовнішнього середовища, а також сприяє більшій стійкості екосистеми.

Дінофлагеляти та інші джгутикові форми здатні на акваторіях МП до активної міграції через термоклин і скупченню в шарі з оптимальною освітленістю і достатнім біогенним харчуванням [34]. Знижена гідродинаміка в МП полегшує їм вибір найкращих умов.

Фітопланктон в поверхневому шарі виїдається зоопланктоном, мігруючим у нічні години до поверхні або тим, який постійно мешкає там. Вночі та в другій половині дня темпи розмноження планктонних водоростей знижуються [29, 34].

У складі фітопланктону акваторій МП діатомові водорості (*Bacillariophyta*) часто займають домінуюче положення за чисельністю та видовим багатством. Вони є важливим першоджерелом живої ОР і детриту, служать кормовою базою для багатьох тварин пелагіалі, перифіталі і бенталі, беруть участь у формуванні кисневого режиму акваторій. При їх активній і пасивній участі здійснюються процеси кругообігу речовин і енергії в морських екосистемах взагалі і акваторій МП зокрема.

Найбільші МП України — Південний, Одеський та Іллічівський — розташовані в опрісненій північно-західній частині Чорного моря (ПЗЧМ), і їх екосистеми відчують потужний вплив великих річок. Найбільш важливу роль серед них відіграють Дніпро і Південний Буг. Води цих річок змішуються між собою і з морською водою в Дніпро-Бузькому лимані і з нього розтікаються по більш солоній придонній масі морських вод шаром до декількох метрів. Від Григорівського лиману до Одеської затоки і далі до Сухого лиману в пелагіалі МП спостерігається збільшення частки морських форм фітопланктону, з'являється більша, ніж в прилеглих до портів районах, кількість одноклітинних водоростей, що відносяться зазвичай до мікрофітобентосу.

Генетично сучасна структура фітопланктону головних МП України - Одеського, Південного та Іллічівського - складається з представників трьох комплексів: прісноводного, солонуватоводного і морського.

Загальний перелік видів і різновидів планктонних водоростей в Григоріївському лимані включає 265 найменувань [39]. Вони відносяться до семи систематичним відділів фітопланктону, а саме: діатомових (*Bacillariophyta*), дінофітових (*Dinophyta*), криптофітових (*Cryptophyceae*) зелених (*Chlorophyta*), синьо-зелених (*Cyanophyta*), золотих (*Chryzophyta*), еугленових (*Euglenophyta*). Понад 52 % всіх знайдених видів - морські, солонувато-водно-морські і солонувато-водні [39].

Діатомові водорості представлені 97 видами. В лимані постійно зустрічаються звичайні представники фітопланктону ПЗЧМ — діатомові *Skeletonema costatum*, *Nitzschia closterium*, *Cyclotella caspia*, дінофітові *Heterocarpa triquera*, *Scriptsiella trochoidea*, *Hillea fusiformis*, *Diplosalis lenticula*, синьозелена *Oscillatoria kisseleva* і зелена *Scenedesmus quadricauda*. У складі фітопланктону Григоріївського лиману вперше були виявлені нові для ПЗЧМ види водоростей — золотиста *Amphiri epizootica*, зелена *Pyramimonas longicauda* і комірково-жгутикова *Bicosta spinifera*.

Зазвичай восени і взимку фітопланктон в Григоріївському лимані по вертикалі розподілений нерівномірно. Навесні підвищена чисельність спостерігається біля поверхні. При цьому біомаса розподіляється рівномірно.

У літні місяці, навпаки, біомаса концентрується біля поверхні, а чисельність розподіляється рівномірно. У Григоріївському лимані відзначені значні міжсезонні та міжрічні коливання чисельності ($741\text{--}3903 \text{ млн.кл.}\cdot\text{м}^{-3}$) і біомаси ($2500\text{--}34600 \text{ млн.кл.}\cdot\text{м}^{-3}$) фітопланктону. Таким чином, розподіл фітопланктону по вертикалі в лимані непостійний і залежить від гідрологічної ситуації та сезону року. У весняний та літній періоди чисельність фітопланктону в приповерхневому шарі води на 1-2 порядки вище, ніж в придонному.

Протягом року діатомові водорості в Григоріївському лимані складають від 10,3 до 83,9 % чисельності і 22,8—98,0 % біомаси. Внесок дінофітових водоростей в чисельність становить 0,1—23,3 % і біомаси — 1,6—55,5 %. У

2004-2006 рр. в Григоріївському лимані намітилася тенденція посилення розвитку фітопланктону, продовжувалося зниження вкладу діатомових в утворення чисельності (61,3 %) і біомаси (34,6 %) і зростання внеску дінофітових (відповідно 21,3 % і 64,1 %).

З 29 видів мікроводоростей, які викликали в Григоріївському лимані «цвітіння» води, 11 — представники діатомових, 7 — дінофітових, 5 — синьо-зелених, 2 — зелених, 1 — коколітофорид, 2 — евгленових, а також пікопланктонна водорість *Prochloccocus marinus* і збірна група дрібних джгутикових водоростей.

В Одеському МП, поряд з діатомовими водоростями, дінофлагеляти є основними компонентами морського планктону. Всього в пелагіалі Одеського МП виявлено 156 видів та внутрішньовидових таксонів мікроводоростей: діатомових — 67, дінофітових — 50, зелених — 22, синьо-зелених — 7. Золотисті і евгленові представлені 8 видами. Серед діатомових найбільш різноманітно представлено рід *Chaetoceros* — 27 видів і внутрішньовидових таксонів.

Дінофлагеляти в осінній період нерідко викликають в Одеському МП «цвітіння» води. В період масового розвитку чисельність і біомаса *Prorocentrum cordatum* досягали $5,6 \cdot 10^6$ кл.·л⁻¹ і $10,6$ г·м⁻³ відповідно (червень—липень 1998 р.), *Heterocarpa triquera* - $1,3 \cdot 10^6$ кл.·л⁻¹ і $13,5$ г·м⁻³ (квітень 1999 р.), *Gymnodinium sanguineum* - $780 \cdot 10^3$ кл.·л⁻¹ і $70,0$ г·м⁻³ (жовтень-листопад 2000 р.). У 2001 р. найбільш високі показники чисельності і біомаси були відзначені для *H. triquera* - $34,3 \cdot 10^3$ кл.·л⁻¹, $362,6$ мг·м⁻³, *Scrippsiella trochoidea* - $10,7 \cdot 10^3$ кл.·л⁻¹, $124,6$ мг·м⁻³, *Prorocentrum micans* - $8,0 \cdot 10^3$ кл.·л⁻¹, $142,1$ мг·м⁻³, *Oblea rotunda* - $5,9 \cdot 10^3$ кл.·л⁻¹, $23,7$ мг·м⁻³ [9].

Завдяки наявності трьох широких і глибоких проходів на акваторію зміна водних мас в Одеському МП може відбуватися швидше, ніж у всіх інших найбільш великих портах Чорноморсько-Азовського басейну. Разом зі

зміною водних мас спостерігаються зміни у складі фітопланктону в МП. В Одеському МП процеси розвитку фітопланктону більшою мірою синхронізовані з такими ПЗЧМ, ніж у Григоріївському і Сухому лиманах.

З виявлених у Сухому лимані 123 видових і внутрішньовидових таксонів планктонних мікроводоростей дінофітових — 43, діатомових — 41, синьо-зелених — 14, зелених — 10, золотистих — 9, евгленових — 4, криптофітових — 2. Чисельність фітопланктону коливається від 0,1 до $4,6 \cdot 10^6$ кл.·л⁻¹ і складає в середньому $1,9 \cdot 10^6$ кл.·л⁻¹.

Біомаса змінюється від 0,6 до 20,1 г·м⁻³ (при середній 8,0 г·м⁻³). У літньо-осінній період для Сухого лиману характерно «цвітіння» води. У червні 2001 р. чисельність *Prorocentrum cordatum* склала $3,3 \cdot 10^6$ кл.·л⁻¹, біомаса — 16,7 г·м⁻³ або 93,0 % біомаси всіх дінофітових водоростей.

В лиманах, затоках, бухтах і акваторіях портів ПЗЧМ відмічається найбільш висока продукція фітопланктону. Добова продукція вуглецю в шарі 0-25 м під 1 м² у віддалених від берега районах Чорного моря становить 0,15-0,25 г С·м⁻², а в прибережних — 0,2-1,0 г С·м⁻².

На акваторіях великих МП в Чорноморсько-Азовському басейні в літньо-осінній період добова продукція вуглецю нерідко перевищує 2,0 г С·м⁻². У багатьох випадках цьому сприяє надходження на акваторії портів річкових вод і різного роду стічних вод. Перманентний масовий розвиток планктонних водоростей в МП викликає самоєвтрофікацію їх екосистем.

3.2 Гіпонейстон і зоопланктон акваторій морських портів

Дрібні планктонні організми, що мешкають в товщі води МП утворюють два основних комплексу — гіпонейстон і зоопланктон. Гіпонейстон пов'язаний переважно з верхнім мікрогоризонтом моря від 0 до 30 см, а зоопланктон населяє водну товщу від поверхні до дна. Характерною рисою гіпонейстону мілководних ділянок Чорного моря, куди входять і акваторії

МП, є переважання в ньому, особливо в літній період, мерогіпонеїстонних і бентогіпонеїстонних форм. До числа мерогіпонеїстонних організмів належать види, які по завершенню нейстонної фази життєвого циклу (зазвичай яйця, личинки, молодь) переходять до складу планктону, нектону або бентосу. Бентогіпонеїстон представляє собою частину гіпонеїстону, що складається з організмів, які по черзі перебувають у бентичному (вдень) і гіпонеїстонному (вночі) стані. До його складу входять багато видів амфіпод, кумових раків, креветок, поліхет та ін. Меро- і бентогіпонеїстон тісно пов'язані з меропланктоном [21].

У зв'язку з відсутністю на акваторіях МП сильних течій і великих хвиль там створюються умови для скупчення у підповерхневому шарі води гідробіонтів різних систематичних груп, які тяжіють до плівки поверхневого натягу.

В останні десятиліття відзначається зниження чисельності зоонеїстону, насамперед за рахунок копепод, кількість яких зменшилася більш ніж на порядок. Це, в основному, більш численні раніше *Oithona minuta*, *Paracalanus parvus*, *Centropages ponticus* і найбільш характерні ракоподібні нейсталі — веслоногі рачки сімейства *Pontellidae*. У нейсталі зросла чисельність личинок поліхет, батьківські особини яких мешкають на замуленому дні при зниженому вмісті кисню в придонному шарі води [32].

Зоопланктон утворюється багатьма групами дрібних організмів, не здатних протистояти течіям. В морських екосистемах він відіграє важливу роль у формуванні потоків речовини та енергії і є, з одного боку, головним споживачем в товщі води продукції фіто- і бактеріопланктону, а з іншого — кормовим об'єктом для багатьох бентосних безхребетних і промислових і непромислових видів риб, що перебувають на різних етапах онтогенезу. Розвиток зоопланктону на акваторіях МП прямо відображає його розвиток в прилеглих районах Чорного і Азовського морів і керується одними і тими ж процесами. Однак у МП є деякі специфічні особливості, пов'язані,

насамперед, з відотною замкнутістю акваторій, зниженою гідродинамікою, інтенсивним розвитком фіто - і бактеріопланктону, наявністю великих площ штучного ТС. Склад зоопланктону в МП залежить від його географічного положення і носить сезонний характер.

Хоча зоопланктонні організми є гетеротрофами, багато хто з них, як бактерії і мікроводорості, здатні накопичувати і утилізувати високомолекулярні сполуки, розчинені у морській воді.

В акваторії Іллічівського порту — Сухому лимані в товщі води ідентифіковані 37 видів інфузорій. У верхній, опрісненої частини водою виявлено один прісноводний вид інфузорій *Strombidium viridae*. У центральній і південній частинах лиману переважають морські пелагічні види — *Strombidinopsis chechiri*, *S. lagenu - la*, *Tiarina fucus*, *Pelagostrobilidium spirale* (включаючи форму *coxliella*), *Eutintinnus lusundae*, *Metacylis mediterranea*, у харчуванні яких переважають дінофлагеляти, що добре узгоджується з високими показниками чисельності передіней у фітопланктоні. Домінували інфузорії середніх і великих розмірів. При відносно низькій для ПЗЧМ чисельності (2,2—26,9 млн. екз.·м⁻³) вони дають порівняно високу біомасу — 57,7—199,2 мг.·м⁻³). Середні показники чисельності та біомаси в літній період 2001-2002 рр. в найбільш глибоководної південної частини Сухого лиману склали $3,27 \pm 1,66$ млн екз.·м⁻³ і $113,23 \pm 49,82$ мг.·м⁻³ відповідно [32].

У планктоні Григорівського лиману (акваторії МП Південний) виявлено 24 види інфузорій. Серед них переважали види неспецифічного комплексу (евритопні і бентосні) — *Euplotes balteatus*, *Euplotes spp.*, *Litonotus sp.*, *Prorodon spp.* Більшість еуплантонних форм було представлено видами солоно вато-водного комплексу і евригалінними — *Askenasia stelarlis*, *Rimostrombidium caudatum*, *R. velox*, *Cyclotrichium sphaericum*, *Strombidium vestitum*, тінтинідами. Чисельність і біомаса знижувалися від весни до літа: від 4,0 до 0,012 млн. екз.·м⁻³ і від 78,5—134,9 до 0,87 мг·м⁻³ відповідно. У

Григоріївському лимані зафіксована висока щільність хижих інфузорій. Серед інфузорій-альгофагов значну частину складають діатомофаги [32].

У пелагіалі МП Чорноморсько-Азовського басейну іноді у великій кількості виявляються так звані желетілі види гідробіонтів. В їх число входять медузи аурелія *Aurelia aurita* і коренерот *Rhizostoma pulmo*, гребневики *Mnemiopsis leidyi* і *Beroe ovata*, які заселилися і поширилися в басейні у 1980-2000 рр. Досягаючи масового розвитку, вони спричиняють потужний вплив на всю екосистему, істотно впливаючи на кругообіг речовин та передачу речовини і енергії. Желетілі практично не використовуються гідробіонтами в якості їжі. Утворена ними за короткий період часу біомаса виявляється своєрідним баластом. Діаметр купола аурелії може перевищувати 20—25 см, коренероту — 60 см, а розміри тіла реброплавів - вселенців 5-6 см. Вони здатні активно переміщатися в товщі води.

Із-за малих швидкостей течій, а часто майже повної їх відсутності в МП, розподіл планктонних тварин і пелагічних личинок організмів зі складу перифітону або зообентосу вирішальне значення мають їх власні можливості вчиняти ті або інші вертикальні міграції.

Веслоногі ракоподібні (*Copepoda*) є одним з основних ланок, що забезпечують передачу речовини та енергії від фітопланктону до вищерозміщених трофічних рівнів. Копеподи виявляються важливим кормовим об'єктом для личинок і мальків риби. Представники роду *Acartia* є основною групою копепод, що здійснює цю функцію в прибережній зоні та безпосередньо на акваторіях МП. *Acartia clausi* в Чорному морі виступає як типовий мешканець заток, бухт і лиманів. Вона має яйця, які покриваються на дні. В останні роки помітне місце в екосистемах МП зайняла *Acartia tonsa* яка порівняно недавно вселилася ПЗЧМ.

Відіграють важливу роль у складі зоопланктону (особливо кормового) Чорного моря взагалі і в акваторіях МП

Зокрема *Copepoda* і *Cladocera*, які відіграють дуже важливу роль у складі зоопланктону Чорного моря, особливо кормового, здатні не просто утримуватися в певному горизонті, але і переміщуватися в товщі води, проводячи в пелагіалі все життя.

Кожній конкретній популяції планктонних копепод властиві певні глибини проживання протягом доби [32]. Багато веслоногих і ветвистовусих рачків, внаслідок негативної плавучості, занурювалися б глибше оптимальної для них глибини або виявлялися б на дні. Як вже зазначалося, в придонному шарі в МП нерідко відзначається дефіцит кисню і поява сірководню, що згубно для оксифільних планктонних рачків.

При надмірному збагаченні екосистем харчовими ресурсами відбувається зменшення видової різноманітності і збільшення чисельності небагатьох видів.[13]. Найбільш чітко ці закономірності проявляються в сильно забруднених МП.

Спостерігається масова загибель донних безхребетних і інших організмів на акваторіях МП через брак кисню в батіпелагіалі і бенталі пов'язана з гіперпродукцією фітопланктону і макрофітобентосу в перифіталі, і компенсується зростанням виживаності властивих їм пелагічних личинок [8].

Масове розмноження донних безхребетних з пелагічним розвитком зазвичай відбувається в МП на час біологічної весни і біологічного літа в планктоні і безпосередньо пов'язане з інтенсивним розвитком фітопланктону. Добові міграції зоопланктону також синхронізовані з розвитком в приповерхневому горизонті моря одноклітинних водоростей.

Перебуваючи в планктоні і підпадаючи під явище «місцевого перенесення» біля узбережжя, личинки донних безхребетних служать потенційним резервом для відтворення нормальної структури донних співтовариств і поліпшення умов постраждалих від забруднення ділянок узбереж [28]. Перебуваючи у відокремлених акваторіях МП, пелагічні

личинки донних безхребетних швидко заселяють штучні тверді субстрати ТС, відновлюючи свої угруповання.

Із-за наявності на території та акваторії МП в ночі великої кількості джерел світла, там у більшій кількості, ніж на прилеглих ділянках моря, концентруються і гинуть різноманітні комахи. Вони накопичуються переважно на поверхні води, в кутових ділянках акваторій. Деякі з них поїдаються рибами, але основна маса збагачує екосистеми МП мертвою ОР. Нічні джерела світла залучають в поверхневий шар в МП різні види рухливих гідробіонтів.

У складі зоопланктону в МП Чорноморсько-Азовського басейну на протязі всього року відзначаються як постійні мешканці пелагіалі (голопланктонні форми), так і тимчасові, які проводять в ньому лише частину життєвого циклу (меропланктонні форми). На горизонтальний розподіл зоопланктону в МП північно-західної частини Чорного моря, вплив річок такий великий, що вони опріснюють іноді акваторію Одеського порту до 3,5—4,0 ‰.

Разом з опрісненими водами на акваторіях Григорівського лиману з Одеської затоки потрапляють багато видів планктонних тварин і риб, які не виживають в морській воді. Мис Великий Фонтан, відхиляючи опріснені води з Дніпро-Бузького лиману, зменшує вигоідність їх надходження на акваторію Сухого лиману [9, 32, 39]. Якісний і кількісний склад зоопланктону Південного, Одеського та Іллічівського МП, порівняно з відкритим морем, істотно збагачується личинками бентосних тварин.

Представники зоопланктону мають сезонну динаміку чисельності та біомаси. Так навесні спостерігалася найвища чисельність зоопланктону ($53\,693 \text{ екз.}\cdot\text{м}^{-3}$). Від весни до зими відбувалося її поступове зменшення (влітку — $30\,893 \text{ екз.}\cdot\text{м}^{-3}$; восени — $12\,437 \text{ екз.}\cdot\text{м}^{-3}$; зимою — $4436 \text{ екз.}\cdot\text{м}^{-3}$). Біомаса зоопланктону збільшувалася від весни ($198,79 \text{ мг.}\cdot\text{м}^{-3}$) до літа ($376,65 \text{ мг.}\cdot\text{м}^{-3}$), досягаючи максимуму восени ($10\,282,70 \text{ мг.}\cdot\text{м}^{-3}$). Зимовий період

характеризувався найнижчими показниками ($103,81 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$). Навесні по чисельності та біомасі переважали представники роду *Synchaeta*. Їх чисельність залишалася високою і влітку, коли зростала роль ночесвітки *Noctiluca scintillans* і меропланктону, особливо *Balanus improvisus*. Восени роль ночесвітки знижувалася, в помітній кількості були присутні личинки балянуса і значно зростала роль плевробрахії *Oicopleura dioica*. Ранньою зимою в планктоні за чисельністю і біомасою переважала ночесвітка.

До складу кормового зоопланктону входять представники *Cladocera* (11 видів), *Copepoda* (11), *Harpacticoida* (11). У 2003 р. в південній частині лиману, крім *Acartia clausi*, була зареєстрована нова для фауни Чорного моря *Calanoida Acartia tonsa*. У 2001 і 2010-х рр. основу структури зоопланктону водойми становили *Rotatoria* і *Copepoda*. Серед коловерток домінували представники родів *Brachionus* і *Synchaeta*, серед *Copepoda* — *Calanoida*. Від загальної кількості таксонів голопланктоні форми становлять 73,8 % (77 таксонів), а меропланктонні — 26,2 % (27 таксонів). Серед голопланктонних форм 4,8 % — каспійські релікти (*Centropages pengoi*, *Cornigerius maeoticus*, *Podonevadne trigona*, *Heteroscope caspia*, *Calanipeda aquaedulcis*).

У структурі зоопланктону Одеського порту ідентифіковані 53 таксони, не рахуючи меропланктонних форм: личинок *Polychaeta*, *Cirripedia*, *Bivalvia*, *Gastropoda*. Найбільш представницькими виявилися *Copepoda* (30 %) і *Cladocera* (9 %). Стовідсоткову зустрічальність мали *Acartia clausi* і меропланктонні форми — личинки *Polychaeta*, *Cirripedia*, *Bivalvia*, *Gastropoda*. Трохи менший відсоток зустрічальності відзначений у *Sagitta setosa* (79 %), *Pleopis polyphaemoides* (79 %), *Oicopleura dioica* (77 %), *Noctiluca scintillans* (75 %). Домінували за чисельністю і біомасою личинки *Balanus improvisus* ($9805 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$, $58,83 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$) і *Noctiluca scintillans* ($1295 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$, $61,38 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$). Досить високу чисельність мали *P. polyphaemoides* ($876 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$), личинки *Polychaeta* ($840 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$), личинки *Bivalvia* ($627 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$), *Synchaeta baltica* ($420 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$). Якщо у серпні—грудні 2001 р. на акваторії

Одеського МП у складі зоопланкто - на було відзначено 53 таксону, то в прилеглому районі моря — всього 16 [9].

Після з'єднання Сухого лиману з морем почалося швидке його заселення новими представниками зоопланктону. У його складі було зареєстровано 48 таксонів [10]. Найбільші чисельність і біомаса спостерігалися в літні місяці — відповідно $73286 \text{ екз.}\cdot\text{м}^{-3}$ і $306,70 \text{ мг.}\cdot\text{м}^{-3}$. До осені ці показники знижувалися ($17965 \text{ екз.}\cdot\text{м}^{-3}$, $65,54 \text{ мг.}\cdot\text{м}^{-3}$), а в ранній зимовий період досягали мінімальних значень ($2178 \text{ екз.}\cdot\text{м}^{-3}$, $22,54 \text{ мг.}\cdot\text{м}^{-3}$). Найбільш високі показники зоопланктону зафіксовані в південній і центральній частинах Сухого лиману. У вересні 2012 р. тут відмічено масовий розвиток *Favella ehrenbergii* ($56283 \text{ екз.}\cdot\text{м}^{-3}$, $258,90 \text{ мг.}\cdot\text{м}^{-3}$). Середня чисельність зоопланктону склала $679\,594 \text{ екз.}\cdot\text{м}^{-3}$, а біомаса — $477,75 \text{ мг.}\cdot\text{м}^{-3}$ [32].

В Одеському МП представники холодноводного комплексу — *N. scintillans*, ефірні стадії сцифомедузи *Aurelia aurita*, копеподи *Pseudocalanus elongatus*, гребневика *Pleurobrachia pileus* зустрічалися навесні і пізньої осені, а влітку — після згінних вітрів в компенсаційних водах.

Очевидно, що збільшення ролі меропланктонних форм в МП прямо пов'язано з збільшенням площі підводних поверхонь причалів, молів, хвилеломів, плавучих доків тощо, а також різних суден.

Спостерігається в останні десятиліття в екосистемах акваторій МП збільшення у складі зоопланктону відносної ролі найпростіших (інфузорій, коловороток) і личинок деяких багатощетинкових хробаків, що супроводжується спрощенням структури зоопланктону, насамперед за рахунок пелагічних *Copepoda*, *Cladocera*, личинок *Decapoda*.

3.3 Іхтіонейстон і іхтіопланктон акваторій морських портів

Роль риб у водних екосистемах надзвичайно велика. Зазвичай вони виявляються останніми ланками харчових ланцюгів, замикаючи кругообіг

речовин. Вони трансформують біомасу фітопланктону, безхребетних і дрібних риб в цінний для людини харчовий ресурс. Численні великі хижі риби, які мають досить довгий життєвий цикл на тривалий період часу консервують у своїй біомасі БР, підтримуючи нормальне, стабільне функціонування екосистем. Заміна довгоциклічних видів короткоциклічними, як це спостерігається в Чорному морі, свідчить про надмірну евтрофікацію його вод. Абсолютне число чорноморських риб мають пелагічні стадії розвитку, тобто на який період часу виявляються компонентами іхтіонейстону і іхтіопланктону.

Екосистеми акваторій МП надають багатьом риbam на різних етапах онтогенезу досить багату кормову базу, у них не ведеться активний промисел, але в той же час вони евтрофіковані і зазвичай забруднені.

Основу чорноморської іхтіофауни становлять більш або менш теплолюбні риби середземноморського походження. Їх розмноження зазвичай відбувається з кінця весни до середини осені. Групу холодолюбних видів, що мають пелагічну ікру і розмножуються як правило у березні — квітні, складають: шпрот або сарделі *Sprattus sprattus euxinus*, мерланг *Merlangius merlangus euxinus*, морський минь *Gaidropsarus mediterraneus* і глоса *Platichthys flesus lucsus*.

Зміни в складі іхтіофауни усього Чорного моря та окремих його районів, які відбулися в останні десятиріччя знаходять своє відображення і в складі іхтіонейстону і іхтіопланктону акваторій МП. Багато видів зникли майже повністю, а інші перестали з'являтися і нереститися в прибережних районах усієї ПЗЧМ.

У товщі води на акваторіях МП можуть зустрічатися як ікра, так і личинки і мальки різних видів риб. Тут виявляється пелагічна ікра риб, що розмножуються безпосередньо в портах, а також ікра пелагічна, потрапляє на акваторії портів разом з водними масами. З ікри викльовуються передличинки і личинки, які деякий час живуть у товщі води. Тут же

виявляються личинки і мальки, що розвиваються з демерсальної ікри, і ікри, яку виношують риби на своєму тілі (*Syngnathidae*). Серед таких личинок і мальків частина може бути занесена водними масами.

У прибережних районах Чорного моря видовий склад іхтіонейстону різноманітніший за рахунок ікри і личинок донних і придонних риб, ніж у відкритих районах моря, де переважно виявляються яйця, передличинки, личинки і мальки масових риб (хамса, шпрот, ставрида, барабуля, лобан, сингіль, гостроніс та ін). Видовий склад іхтіонейстону у східній та південній частинах моря і біля берегів Криму багатшими, ніж у ПЗЧМ. Дослідження показують, що одні риби на ранніх стадіях розвитку в приповерхневому шарі моря знаходяться протягом тривалого періоду, інші піднімаються до плівки поверхневого натягу води лише на декілька годин, але для всіх видів риб нейстонні стадії розвитку життєво необхідні. В приповерхневому шарі Чорного моря риби знаходяться на пасивних стадіях розвитку (ікра) та на активних рухомих (передличинки, личинки і мальки).

Плавучість ікри, що розвивається у поверхні води, залежить від двох основних факторів: щільності ікринки і щільності морської води. Найважливішим гідростатичним пристосуванням пелагічних морських яєць є високий вміст води малої щільності і часто наявність великої жирової краплі (лобан, сингіль, гостроніс, луфарь, барабуля, ставрида, морський дракон, морський карась та ін).

Спостереження за ікрою різних риб у поверхні показують, що зародок у них займає цілком визначене положення, яке залежить від співвідношення щільності жовтка, тіла зародка, а також від розташування жирової краплі або крапель, якщо вони є. Зародок у високоплавучої ікринки розташовується під жовточним мішком. Жирові краплі пелагічних яєць морських риб займають положення, протилежне зародку, знаходяться завжди зверху і сприяють більш швидкому відновленню ікринкою стаціонарного стану, якщо він порушується. Збереження стаціонарного стану в приповерхневому шарі

яйцями риб, що піддаються інтенсивному освітленні сонячними променями, мабуть, дозволяє їм регулювати опромінення з допомогою пігментних клітин, розташованих у вегетативного полюса [15].

Предличинки риб піднімаються вгору з різних горизонтів і різними способами. Зародки розвиваються з донної ікри (атерина, сарган, смариди, бички та ін), спливають завдяки активним рухам тіла з первинної плавникової складки і роботі грудних плавців. У предличинок, що розвиваються з плавучої ікри, функції рушія виконує первинна плавникова складка, але відсутні горизонтальні рулі — грудні плавці. Здійснюючи хвилеподібні рухи тілом і плавниковою складкою, предличинки переміщуються, чергуючи періоди активності та спокою. У періоди активності вони плывуть угору, в період спокою — повільно опускаються вниз. За часом періоди активності та спокою приблизно рівні, але тонуть предличинки повільніше, ніж спливають. В результаті цього відбувається поступовий підйом предличинок вгору. Досягнувши поверхні води, предличинки скупчуються там, періодично здійснюючи «свічки». Підйому вгору у предличинок і личинок, що розвиваються з донної ікри, безсумнівно, сприяє позитивна реакція на сонячне світло.

Жовтковий мішок, жирова крапля і субдермальна порожнина предличинок, що розвиваються з плавучої ікри, сприяють руху вгору. Перший час предличинки, виходять з пелагічної ікри, плавають жовтковим мішком вгору і тільки після утворення субдермальної порожнини і майже повного розсмоктування жовтка перевертаються в положення спинкою вгору. В залежності від положення жирової краплі у жовточному мішку предличинки різних видів риб плавають по різному в приповерхневому шарі моря. У барабулі, ставриди, морського дракона та інших жирова крапля розташована в передній частині жовткового мішка. У періоди активності та спокою вони орієнтовані головами до поверхні води і спливають по крутій вертикальній спіралі, але не можуть плавати в горизонтальному напрямку із-

за недостатнього розвитку горизонтальних рулів — грудних плавців. У предличінок лобана, сингіля, калкана та ін. жирова крапля розташована в середній частині жовткового мішка, і вони або рухаються майже по прямій, спрямованій під невеликим кутом до плівці поверхневого натягу води, або спливають по широкій пологої спіралі, обертаючись навколо осі тіла.

Поки грудні плавці не розвинені, жовтковий мішок, жирові краплі і субдермальна порожнину є для предличінок і личинок риб своєрідними органами орієнтації і руління, що полегшують передню частину тіла предличінок і сприяють спливанню вгору. Таким чином, характер рухів предличінок риб, спрямованість рухів і наявність органів орієнтації і руління вказують, що у предличінок багатьох чорноморських риб є «уроджена» здатність плисти саме вгору. Відомо, що переважна більшість личинок і мальків морських костистих риб мають плавальним міхуром, навіть якщо в дорослому стані вони його втрачають.

Дослідженнями показано, що основне призначення плавального міхура — економія енергії для утримання в певному горизонті моря. Встановлено, що первинне заповнення плавального міхура у личинок і мальків відкрито - і закритопузирних риб відбувається за рахунок атмосферного повітря. Повітря в плавальний міхур проникає через повітряний хід (*ductus pneumaticus*), який у закритопузирних риб через кілька діб заростає. Надалі регуляція газів у плавальному міхурі відбувається через кровоносну систему. Якщо первинне заковтування атмосферного повітря не відбувається, то регуляція газів у плавальному міхурі не здійснюється. Личинки риб з порожніми плавальними бульбашками потворно розвиваються, відстають у рості і гинуть [15].

В акваторії Одеського порту виявлена ікра 17 видів риб: хамса *Engraulis encrasicolus ponticus*, морський миші *Callionymus belenus*, морського язика *Solea lascaris nasuta*, барабулі *Mullus barbatus ponticus*, ставриди *Trachurus mediterraneus ponticus*, шпрота *Sprattus sprattus phalericus*, морського дракона *Trachinus draco*, камбали калкан *Psetta maxima maeotica*, морського миня

Gaidropsarus mediterraneus, лобана *Mugil cephalus*, сингіля *Liza aurata*, остроноса *Protomugil saliens*, піленгаса *Liza haemotocheila*, морського йорша *Scorpaena porcus*, звіздаря *Uranoscopus scaber*, глоси *Platichthys flesus lucsus*. Також були спіймані личинки сингіля, остроноса, атерину, глоси, бичків (*Gobiidae*), морських собачок (*Blenniidae*), мальки морських голок (*Syngnathidae*) [9].

Для більшості акваторій чорноморських портів характерна наявність в літній період ікри і личинок чорноморської хамси *Engraulis encrasicolus ponticus*. В акваторіях Сухого та Григорівського лиманів у березні — квітні виявляється ікра камбали глоси *Platichthys flesus lucsus*. Личинки і слабопігментовані мальки глоси тримаються в поверхневому шарі, а потім, завершивши метаморфоз, наближаються до мілководь і переходять до придонному способу життя. Аналогічно ведуть себе мальки камбали калкан *Psetta maxima maeotica* і морського мови *Solea lascaris nasuta*, що розвиваються з пелагічної ікри у весняно-літній період.

У Сухому і Григоріївському лиманах у квітні — травні нереститься атерина *Atherina boyeri*, яка відкладає ікру на водну рослинність. Її личинки, а потім і мальки тримаються зграйками у верхньому шарі води завтовшки 0-10 см, харчуючись в прибережній зоні або поблизу різних ГТС.

Масові в ПЗЧМ мальки кефалей лобана, сингіля і остроноса, що розвиваються з пелагічної ікри, протягом перших двох — трьох тижнів життя тримаються під плівкою поверхневого натягу і харчуються планктоном. З відкритого моря ранні мальки мігрують до узбережжя і заходять в усі мілководні бухти, затоки, лимани, включаючи і акваторії МП. Через деякий час їх поведінка змінюється, і вони починають харчуватися переважно перифітоном. Переміщаючись уздовж берега в Одеському регіоні ПЗЧМ, ранні мальки кефалей потрапляють на акваторії Одеського, Іллічівського і Південного МП. У Сухому і Григоріївському лиманах ще зберігаються окремі, не порушені гідротехнічним будівництвом, ділянки

берега, придатні для їх нагулу. Мальки кефалей тримаються на акваторіях зазначених МП до пізньої осені. Кефалі-сьоголітки і більш старшого віку тримаються у всіх трьох МП на протязі з весни до пізньої осені, як на збережених мілководдях, так і у бічних поверхонь ГТС. Найбільш масові концентрації мальків кефалей остроноса і лобана, налічують мільйони особин, виявлялися взимку в МП в Одесі, Іллічівську, Хорлах, Скадовську. До утворення льоду щільні косяки молоді концентрувалися у верхньому горизонті води вздовж портових причалів, під днищами судів [30].

В останні роки в складі іхтіопланктону в Одеському порту, в Сухому і Григоріївському лиманах помітну роль відіграють мальки нещодавно акліматизованої далекосхідної кефалі піленгаса *Liza haemotocheila*. В кінці літа і на початку осені на акваторіях всіх трьох портів Одеського регіону в приповерхневому шарі води 0-10 см часто виявляються різнорозмірні мальки саргана *Belone belone euxini*. Закономірно для первинного заповнення плавального міхура атмосферним повітрям в поверхневий горизонт води в МП спливають мальки чорного бичка *Gobius niger* і мальки бичків з роду *Pomatoschistus*, що розвиваються з димерсальної ікри. Через кілька діб вони опускаються на дно. Деякі бентосні риби з димерсальної ікрою, як, наприклад, бичок цуцик *Proterorhinus marmoratus*, на акваторіях МП нерестяться в щілинах і поглибленнях ГТС і в порожнинах між друзами мідій обростання. Мальки морської собачки з сімейства *Blenniidae* і зеленушки з сімейства *Labridae* знаходяться в товщі води поблизу молів, хвилеломів, причалів. В цілому видовий склад личинок і мальків риб в іхтіонейстоні і іхтіопланктоні відображає стан екосистеми конкретного МП.

3.4 Нектон акваторій морських портів

Основну масу представників нектону, тобто організмів, здатних активно плавати в товщі води, здатних протистояти течії та долати значні відстані, на акваторіях МП складають риби. Типовими нектонтами в МП є пелагічні

риби. Однак всі види риб, що ведуть донний спосіб життя, той чи інший період часу проводять у товщі води. У багатьох з них є пелагічні стадії розвитку, і їх мальки входять до складу планктону і нектону.

Зміни в складі іхтіофауни Чорного і Азовського морів в цілому, а також у великих регіонах, неминуче знаходять своє відображення в біоті акваторій МП. Якісний і кількісний склад іхтіофауни акваторій головних МП України (Одеського, Іллічівського, Південного) найтіснішим чином пов'язаний з процесами, що відбуваються в екосистемі ПЗЧМ взагалі, у гирлах і пригирлових ділянках впадаючих в неї річок і безпосередньо в Одеському регіоні.

Особливості підводного ландшафту і гідродинаміка МП роблять їх більш привабливими для риб середземноморського походження, що мешкають у кам'янистих, скелястих районах та екологічно не пов'язаних з дном. Харчуються вони, в основному, в перифіталі, в зоні ГТС. Це представники губанових (*Labridae*), спарових (*Sparidae*) і ряду інших сімейств.

Через явищ гіпоксії та аноксії в МП ряд видів риб, зазвичай ведуть донний або придонний спосіб життя, на акваторіях портів тримаються в перифіталі ГТС, де вони харчуються і знаходять укриття в поясі макрофітів і серед друз двостулкових молюсків.

На глибинах понад 5-10 м в літній сезон в МП температура, як правило, на кілька градусів нижча, ніж у поверхні. Ця обставина дозволяє триматися в глибоких шарах водної товщі МП навіть таким холодноводним риbam, як шпротів *Sprattus sprattus phalericus*, мерланг *Merlangius merlangus euxinus*, морський минь *Gaidropsarus mediterraneus*.

Іхтіофауна акваторій МП Чорноморсько-Азовського басейну досліджувалась нами на прикладі трьох портів — Південного, Одеського та Іллічівського, — розташованих в Одеському регіоні ПЗЧМ, що знаходиться між гирлами Григорівського і Сухого лиманів.

В іхтіофауні ПЗЧМ приблизно 150 видів і підвидів риб. Кілька десятків з них в регіоні стали надзвичайно рідкісними або повністю зникли. Безпосередньо в ПЗЧМ мешкають понад 120 видів риб [32]. Теоретично всі вони можуть бути виявлені на акваторіях Одеського, Іллічівського і Південного МП.

У зв'язку із впливом на ПЗЧМ великих річок Дунаю, Дністра, Дніпра з Південним Бугом в морі можна виявити прісноводні і прохідні види риб. Прісноводні представлені родинами коропових *Cyprinidae* і вьюнових *Cobitidae*. В окрему підгрупу можуть бути об'єднані напівпрохідні риби, що нагулюються в опріснених водах, з солоністю 10-12 ‰. При сильних паводках з Дніпро-Бузького лиману в море проникають аж до Одеської затоки, прісноводні, прохідні і напівпрохідні коропові: рибець *Vimba vimba n. cariata*, шемая *Chalcalburnus chalcoides danubica*, лящ *Abramis brama*, сазан *Cyprinus carpio*, чехоня *Pelecus cultratus*, тарань *Rutilus rutilus heckeli*, сом *Silurus glanis*, щука *Esox lucius*, судак *Lucioperca lucioperca*, карась звичайний *Carassius carassius* та ін. На акваторіях Південного та Одеського МП вони можуть виживати від декількох діб та декількох тижнів.

Зазвичай у складі іхтіофауни ПЗЧМ присутні до 65-70 % риб, що мають середземноморське походження. В опріснених районах їх чисельність знижується.

Особливе місце в складі іхтіофауни регіону займають риби-вселенці. Серед них штучно завезена з Далекого Сходу і чудово акліматизована в Чорному і Азовському морях кефаль піленгас *Liza haemotocheila*, а також, випадково потрапивший сонячник *Lepomis gibbosus*. У складі іхтіофауни ПЗЧМ є живородні (акула катран *Squalus acanthias*, скат хвостокіл *Dasyatis pastinaca*); риби, які вимічують великі капсули, з яких виходять сформувалися мальки завдовжки близько 12 см (скат лисиця *Raja clavata*); риби з донною прикріпленою і охороняємою (*Gobiidae*, *Blenniidae*, *Gasterosteidae*, *Gobiesocidae*) і неохороняємою (*Belonidae*, *Atherinidae*) ікрою;

риби з донною неприкріпленою і охороняємою (*Labridae*) і неохороняємою (*Gimnammodytes cicerellus*) ікрою; риби з виношуваною на тілі (*Syngnathidae*) і пелагічною (*Clupeidae*, *Engraulidae*, *Mugilidae*, *Mullidae*, *Sparidae*, *Scophthalmidae* та ін) ікрою. Риби з пелагічної ікрою складають близько 30 % всього складу іхтіофауни. Розмножуються вони зазвичай далеко від берегів.

Залежно від об'єктів і способів живлення риби ПЗЧМ можуть бути розділені на бентосоїдних (близько 65 %), планктоноїдних (близько 21 %), рибоїдних (близько 8 %) і ті які харчуються рибою та зообентосом (близько 7 %). Серед бентосоїдних риб є види, що харчуються обростаннями і детритом (*Mugilidae*, *Mullidae* та ін).

Велику групу риб в ПЗЧМ складають власне солонуватоводні види. Серед них типові тільки *Clupeonella cultriventris cultriventris*, перкаріна *Percarina demidoffi* і велика група бичків (*Gobiidae*).

Морські поірноводні риби представлені 8 видами, так званими бореально-атлантичними реліктами, які, мабуть, є залишками фауни льодовикового часу. Це акула катран, скат лисиця, шпрот *Sprattus sprattus phalericus*, камбала глоса — *Platichthys flesus lucsus*, мерланг (голишів) *Merlangius merlangus euxinus*, триголкова колючка *Gasterosteus aculeatus*, лосось *Salmo trutta labrax*, річковий вугор *Anguilla anguilla*.

Найбільш масову групу риб в регіоні становлять морські теплолюбні риби. Серед них є дуже евригалінні форми, що заходять навіть у прісні води, наприклад, деякі морські голки (*Syngnathidae*), кефалі (*Mugilidae*) та ін. В основному це середземноморські вселенці. Частина з них встигла утворити в Чорному морі особливі підвиди, що відрізняються від вихідних форм рядом морфологічних ознак і розмірами.

Найбільш характерними для безпосередньо ПЗЧМ слід визнати бичкових, оселедцевих і осетрових раб. Практично повсюдно зустрічаються: атеріна *Atherina boyeri*, чорноморські кефалі (лобан, сингіль, гостроніс), кефаль піленгас, барабуля *Mullus barbatus ponticus*, морський дракон *Trachinus*

draco, звiздар *Uranoscopus scaber*, глоса *Platichthys flesus lucsus*, акула катран, хамса *Engraulis encrasicolus ponticus*, шпрот *Sprattus sprattus phalericus*, мерланг та ін.

Якісний склад іхтіофауни та її розподіл в ПЗЧМ залежать від сезонних змін температури. З нею пов'язані нерестові та нагульні міграції. Восени абсолютна більшість видів відходить від берега, а навесні знову повертаються. За останні десятиліття в якісному та кількісному складі іхтіофауни ПЗЧМ з різних причин відбулися істотні перебудови: різко знизилися запаси довгоживучих великих промислових риб (осетрові, камбала калкан *Psetta maxima maeotica*, великі оселедців, великі бички та ін). Майже припинилися підходи до узбережжя пеламіди *Sarda sarda*, луфаря *Pomatomus saltator* і атлантичної скумбрії *Scomber scombrus*. У складі прибережної іхтіофауни ПЗЧМ вказаний 71 вид риб, що належать до 34 родин. В їх число входять морські середземноморські, морські бореальні, каспійські релікти і акліматизанти. Всюди переважають придонно-бентосні форми. Біля берегів міста Одеси знайдено 41 вид таких риб. В акваторії Григорівського лиману, який піддається сильному впливу вод з Дніпро-Бузького лиману, морські середземноморські іммігранти становлять 59 % [32, 38].

В різні роки, в різні сезони і в різних частинах Григорівського лиману після з'єднання його з морем були виявлені 48 видів риб: акула катран *Squalus acanthias*, російський осетер *Acipenser guldenstadti colchicus*, севрюга *A. stellatus*, тюлька *Clupeonella cultriventris cultriventris*, шпрот *Sprattus sprattus phalericus*, оселедець чорноморський *Alosa kessleri pontica*, чорноморський пузанок *A. caspia nordmanni*, чорноморська хамса *Engraulis encrasicolus ponticus*, чорноморський лосось *Salmo trutta labrax*, річковий вугор *Anguilla anguilla*, сарган *Belone belone euxini*, морський минь *Gaidropsarus mediterraneus*, мерланг *Merlangius merlangus euxinus*, триголкова колючка *Gasterosteus aculeatus*, південна колючка *Pungitius*

platygaster platygaster, морський коник *Hippocampus ramulosus*, морське шило *Nerophis ophidion*, пухлощока або смугаста голка *Syngnathus abaster*, голка трубкорот *S. typhle*, лобан *Mugil cephalus*, піленгас *Liza haemotocheila*, сингіль *L. aurata*, гостроніс *Protomugil saliens*, чорноморська атерина *Atherina boyeri*, ставрида чорноморська *Trachurus mediterraneus ponticus*, смарида *Spicara flexuosa*, барабуля *Mullus barbatus ponticus*, рябчик *Symphodus cinereus*, глазчатий губан *S. ocellatus*, жовто-червона собачка *Blennius sanguinolentus*, собачка сфінкс *B. sphinx*, довго щупальцева собачка *B. tentacularis*, бичок бланкет *Aphia minuta*, бичок зеленчак *Gobius ophiocephalus*, чорний бичок *G. niger*, бичок-батіг чи мартовик *Mesogobius batrachocephalus*, бичок рижик *Neogobius cephalarges*, бичок пісочник *N. fluviatilis*, бичок кругляк *N. melanostomus*, бичок ротан *N. ratan ratan*, бичок гонець *N. gymnotrachelus*, бубирь понтокаспійський *Pomatoschistus caucasicus*, бубирь малий *P. minutus elongatus*, бубирь мармуровий *P. marmoratus*, бичок цуцик *Proterorhinus marmoratus*, камбала калкан *Psetta maxima maeotica*, глоса *Platichthys flesus lucsus*, морський язик *Solea nasuta*.

Крім риб, виявлених у Григоріївському лимані, в Одеській затоці відзначені досить екзотичні для регіону види: скат морський кіт *Dasyatis pastinaca*, морський йорж *Scorpaena porcus*, морський окунь *Serranus scriba*, морський карась *Diplodus annularis*, горбиць світлий *Umbrina cirrosa*, морська миша *Callionymus pussilus*, сфирена *Sphyrnaena sphyrnaena*, сонечник *Zeus faber*, середземноморський долгопер *Cephalacanthus volitans*, бичок *Benthophiloides brauneri* та ін [32].

Відчутний помітний вплив опріснення водами річки Великий Дальник вершинної частини Сухого лиману. Тут виявляються до 11 видів прісноводних риб [35]. Основу іхтіофауни самого Сухого лиману складають морські риби середземноморського походження, «каспійці» і два види колюшек. Карась, який зустрічається на акваторії Одеського МП морський може виживати при солоності від 8,0 до 37,5 ‰, але нереститься при

солоності вище 16,0 ‰. Це типовий мешканець біоценозу цистозіри [31]. В Одеську затоку він, можливо, потрапляє з круговою течією. Морський карась поїдає мікрообростання і, мабуть, знаходить в перифіталі Одеського МП необхідну їжу.

В екосистемах Одеського, Іллічівського і Південного МП певну роль відіграє бичок бланкет. Зграйки майже прозорих риб довжиною до 3-4 см зустрічаються в товщі води у бічних поверхонь ГТС МП. Тут же також тримаються риби з сімейства губанових (*Labridae*), морські голки, морський коник (*Syngnathidae*). Часто виявляються в МП морські собачки (*Blenniidae*) і деякі бички (*Gobiidae*). Найбільш помітними рибами в прилеглому до ГТС шарі води є великі кефалі — лобан і сингіль. Заражений сірководнем мул в МП уникають навіть стійкі до знижених концентрацій кисню донні і придонні риби.

У складі іхтіофауни Одеської затоки наводяться 58 видів морських риб. У Сухому лимані і прилеглій до нього частини Чорного моря за останні 40 років, також виявлені представники 58 видів риб [32]. Список іхтіофауни безпосередньо Григорівського лиману налічує 48 видів риб [39].

Для акваторії Григорівського лиману характерно майже постійна присутність мерланга. Він завжди «прив'язаний» до водних мас з температурою від 5 до 15-16 °С. Ця евригалінна риба нереститься взимку в верхньому шарі води. Молодь мерланга веде пелагічний спосіб життя і харчується планктоном. Дорослі особини тримаються в придонному шарі води і є придонно-пелагічними хижаками. В значних кількостях мерланг поїдається акулою катраном, камбалою калканом, дельфінами. Мерланг у харчовому ланцюгу являється проміжним хижаком, який зв'язує на ранніх стадіях свого розвитку планктон з дрібною рибою (шпрот, хамса, ставрида, бички) і безхребетними (креветки, краби та ін), а в дорослому стані — з великими хижаками (акула катран, скати, камбала калкан, дельфіни) [11].

Найбільш звичайними масовими представниками нектону в Одеському, Іллічівському та Південному МП є атерина і кефалі. Епізодично спостерігаються масові заходи хамси, шпрота, ставриди. З риб найбільш великими представниками нектону в досліджуваних портах є акула катран і кефаль лобань.

На акваторіях МП до нектону умовно можуть бути віднесені великі екземпляри медузи аурелії *Aurelia aurita* і корнероту *Rhizostoma pulmo*. Нерідко у воді Сухого та Григорівського лиманів виявляються водяні вужі *Natrix tessellata*. Живляться вони головним чином бичками. З спійманої здобиччю виповзають на сушу. В Одеський, Іллічівський і Південний МП у весняно-літньо-осінній період нерідко заходять невеликі зграї дельфінів-білобочок *Delphinus delphis*. Нектоні організми активно беруть участь у виведенні БР з екосистем МП.

ВИСНОВКИ

МП класичного типу розміщуються на морському шельфі в затоках, бухтах, лиманах, гирлах річок, тобто в контактних зонах «суша — море» і «річка — море», і являють собою своєрідні крайові екосистеми, в яких різним чином поєднуються природні та антропогенні компоненти.

Все МП класичного типу включають у свою структуру три головних компонента: 1 — акваторії; 2 — штучні ГТС, огорожувальні акваторію і розміщені в ній; 3 — ПК з глибинами, відповідними таким акваторіях МП.

Биотическая структура екосистем акваторій МП відрізняється досить високою складністю. Наприклад, Григоріївському лимані — акваторії порту Південний виявлено понад 700 видів і підвидів різних гідробіонтів.

У структурі екосистем МП виділяються підсистеми пелагіалі, перифітали і бенталі. Перифіталь утворюють підводні поверхні стаціонарних ГТС і змочувані поверхні корпусів суден. У біоценозі обростання на внутрішніх і зовнішніх поверхнях огорожувальних ГТС МП є відмінності. Бенталь на мілководдях (0-5 м), в проміжній зоні (5-8 м) і в глибоководній зоні (10-20 м) населена різними комплексами бентосних гідробіонтів. У МП мілководдя зберігаються в прибережній зоні і утворюються у вигляді мілин навколо ГТС — молів і хвилеломів.

Біота в зоні відкритого приглубого берега і в закритих бухтах, якими і є акваторії МП, має свої відмінності у різноманітності видів. [43, 86, 120].

На акваторіях МП забезпечується більша стабільність параметрів абіотичних компонентів екосистеми. У той же час завдяки наявності різних ГТС в МП створюється велика гетерогенність умов існування гідробіонтів обростань в результаті збільшення різноманіття біотопів, штучно створюються і поліпшуються умови для гідробіонтів, що населяють субстрати на глибинах 10-20 м і більше, і мешканців товщі води з різних таксономічних груп та екологічних комплексів.

Особливості розподілу бентосних безхребетних слід зазначити: 1 — на стінках ГТС і корпусах суден переважають прикріплені і, меншою мірою, рухливі сестонофаги; 2 — в екотонних зонах на дні під стінками причалів і молів мають перевагу дрібні детритофаги-збирачі, а на найбільш глибоких ділянках дна переважають детритофаги ґрунтоїди.

У зонах з високою гідродинамікою на твердих субстратах переважають прикріплені фільтратори епіфауни, в зонах з ослабленою гідродинаміки — рухливі фільтратори епіфауни, в зонах з мінімальною гідродинаміки — детритофаги-збирачі, а на застійних ділянках — дрібні численні детритофаги-ґрунтоїди.

На дні і в придонному шарі води на акваторіях МП відбуваються процеси, що виникли в результаті взаємодії сил природи й антропогенної діяльності, і мають господарське призначення. В силу зміни гідродинамічних характеристик МП, відбувається акумуляція біогенних і органічних речовин [32].

У портах також відсутня промисел риби, безхребетних тварин і макрофітів. В МП немає жорсткої межі між мешканцями бенталі, перифіталі і пелагіалі. Багато з них мають пелагічні стадії розвитку. Але навіть представники бентосу, нездатні плавати, але мають пристосування до повзання по бічних поверхнях ГТС, можуть залишати бенталь у разі виникнення там критичних умов. Саме так ведуть себе деякі амфіподи, дрібні гастроподи, поліхети, креветки та ін

У МП цілеспрямовано, частково або повністю, знищуються прибережні мілководдя з літоральними біоценозами. Прибережний пояс макрофітів в них замінюється приповерхневим, формується на бічних поверхнях ГТС і змочуваних поверхнях корпусів суден. На акваторіях багатьох МП відсутній виражений «донний біофільтр» з представників зообентосу, заміщені «біофільтром обростання». У МП представники донної іхтіофауни

зосереджені в прибережній і проміжній зонах і відсутні на ділянках дна з чорним сірководневим мулом.

Основною функцією екосистем акваторій сучасних МП класичного типу є максимальне використання біогенних речовин, надлишкове виробництво детриту і, в кінцевому рахунку, чорного мулу. Завдяки штучному обмеженню гідродинаміки і зростаючому продукуванню і накопиченню детриту і чорного мулу на дні і в придонному шарі водної товщі, МП створюються гідрохімічні умови, властиві природним екосистемам на великих глибинах.

Основні загальні біотичні особливості екосистем акваторій МП визначаються: 1 — ослабленою гідродинамікою; 2 — відсутністю прибережних мілководь з їх біоценозами; 3 — заміною мілкого берега приглубим (до 20-21 м) і вертикальною стратифікацією водних мас; 4 — наявністю великих площ штучних твердих субстратів; 5 — підвищеною продукцією первинного і вторинної органічної речовини; 6 — накопиченням розчиненої і зваженої органічної речовини в пелагіалі і на дні, утворенням зон придонної гіпоксії та аноксії; 7 — ослабленням механізмів виведення надлишків органічних і біогенних речовин за межі екосистем МП.

При ослабленні антропогенного навантаження, пов'язаної з днопоглиблювальними роботами у глибоководних зонах МП можливо деяке поліпшення екологічної ситуації, показником якої є стан донних відкладень і макрзообентосу.

Можливими методами управління екосистемами акваторій МП можуть стати: 1 — вселення великих довгоіснуючих споживачів зваженого органічної речовини; 2 — подовження харчових ланцюгів за рахунок гетеротрофів високих порядків.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. *Адобовский В. В.* Негативное воздействие дноуглубления на морские экосистемы // II Всесоюз. конф. по биологии шельфа. — К.: Наук. думка, 1978. — Ч. 1. — С. 13—14.
2. *Айбулатов Н. А., Маракуев В. И.* Литодинамика и биотурбация осадков на северо-восточном шельфе Черного моря (по данным подводной фотографии) / Проблемы геоморфологии, литодинамики и литологии шельфа. — М.: Наука, 1982. — С. 168—182.
3. *Айзатуллин Т. А., Лебедев В. Л., Хайлов К. М.* Океан, фронты, дисперсии, жизнь. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 192 с.
4. *Александров Б. Г.* Экологические последствия антропогенного преобразования прибрежной зоны Черного моря / Киев: Карбон-ЛТД, 2001. — С. 25—34.
5. *Александров Б. Г.* Гидробиологические основы управления состоянием прибрежных экосистем Черного моря. — К.: Наук. думка, 2008. — 343 с.
6. *Александров Б. Г., Зайцев Ю. П., Воробьева Л. В., Рясинцева Н. И.* Гидробиологические исследования. Глава 2 / Мониторинг поддержания биологического разнообразия в водно-болотных угодьях Украины. — Мелитополь: Бранта, 1995. — С. 108—134.
7. *Амбарян О. А., Брюм А. Н., Иванов В. Г.* Главные морские порты Украины. — Одесса: Маяк, 1993. — 335 с.
8. *Астафурова С. А., Копилов С. А., Крижановська І. М., Свєртілов О. О., Чередниченко О. П.* Взаємодія екосистем з оточуючим середовищем і вплив на них інженерно-господарчої діяльності // Екологічні проблеми Чорного моря. — Одеса: ІНВАЦ, 2008. — С. 19—23.

9. Базовые биологические исследования Одесского морского порта (август—декабрь 2001 г.): Итоговый отчет. Серия монографий Одесского демонстрационного центра программы ГлоБалласт. — Одесса, 2004. — Вып. 7. — 171 с.
10. Биология северо-западной части Черного моря / Отв. ред. Виноградов К. А. — К.: Наук. думка, 1967. — 266 с.
11. Бурдак В. Д. Биология черноморского мерланга *Odontogadus merlangus euxinus* (Nordmann): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Л., 1960. — 17 с.
12. Бурлакова З. П. Выделение растворенных органических метаболитов морскими водорослями (в прибрежной зоне): Автореф. дис.... канд. биол. наук. — Севастополь, 1970. — 29 с.
13. Вдодович Н. В. Видовое разнообразие и питание личинок летнерестующих видов рыб прибрежной зоны Черного моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Севастополь, 2011. — 23 с.
14. Гершанович Д. Е., Елизаров А. А., Сапожников В. В. Биопродуктивность океана. — М.: Агропромиздат, 1990. — 236 с.
15. Виноградов А. К. Ихтионейстон Черного моря (эколого-морфологические исследования): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Одесса, 1970. — 19 с.
16. Все о морских портах Украины. 1999—2000 (Ukrainian Ports)/ Справочник. — Изд-во «Порты Украины», 1999. — 400 с.
17. Горбенко Ю. А. Экология морских микроорганизмов перифитона. — К.: Наук. думка, 1977. — 250 с.
18. Денисова А. И., Нахшина Е. П., Новиков Б. И., Рябов А. К. Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды. — К.: Наук. думка, 1987. — 164 с.
19. Ерлов Н. Оптическая океанография. — М.: Мир, 1970. — 224 с.

20. *Зайцев Ю. П.* Самое синее в мире. Черноморская экологическая серия. — Нью-Йорк, изд-во ООН, 1998. — 6. — 142 с.
21. *Зайцев Ю. П.* Морская нейстонология. — К.: Наук. думка, 1970. — 264 с.
22. *Зайцев Ю. П.* Введение в экологию Черного моря. — Одесса: Эвен, 2006. — 222 с.
23. *Зенкевич Л. А.* Черное море. Биология морей СССР. — М.: изд-во АН СССР, 1963. — С. 98—360.
24. *Книпович Н. М.* Гидрология морей и солоноватых вод. — М. — Л.: Пищепромиздат, 1938. — 513 с.
25. *Кустенко Н. Г.* Влияние стрессовых факторов среды на размножение диатомовых водорослей. — К.: Наук. думка, 1991. — 156 с.
26. *Лиманы.* Геология шельфа УССР. — К.: Наук. думка, 1984. — 175 с.
27. *Лоция* Черного моря. — М.: Изд-во Министерства обороны СССР, 1976. — 507 с.
28. *Орлова И. Г., Павленко Н. Е., Попов Ю. Н., Украинский В. В., Коморин В. Н.* Результаты исследований гидролого-гидрохимического режима Одесского порта в рамках международного проекта «ГЛО-БАЛЛАСТ» //Екологічні проблеми Чорного моря. — Одеса: ОЦНТЕІ, 2002. — С. 156—160.
29. *Романенко В. Д.* Основы гидроэкологии. — К.: Генеза, 2004. — 644 с.
30. *Савчук М. Я.* Мальки кефалей (Mugilidae) северо-западной части Черного моря: Автореф. дис. канд. биол. наук. — Кишинев, 1970. — 27 с.

- 31.. Салехова Л. П. Инверсия пола, размножение и развитие морского карася *Diplodus annularis* L.: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Калининград, 1966. — 21 с.
- 32.. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология /Отв. ред. Зайцев Ю. П., Александров Б. Г., Миничева Г. Г. — К.: Наук. думка, 2006. 701 с.
- 33.270.Сорокин Ю. И. Продукция микрофлоры // Биология океана. — М., 1977. — 2. — С. 209—233.
- 34.. Сорокин Ю. И. Черное море. — М.: Наука, 1982. — 216 с.
35. Старушенко Л. И., Бушуев С. Г. Причерноморские лиманы Одесщины и их рыбохозяйственное использование. — Одесса: Астро- принт, 2001. — 151 с.
- 36.Украинский В. В., Попов Ю. Н., Орлова И. Г. Летне-осенний режим растворенного кислорода в условиях эвтрофикации вод северо- западного шельфа Черного моря // Екологічні проблеми Чорного моря. — Одеса: ОЦНТЕІ, 2001. — С. 335—336.
- 37.. Хайлов К. М. Экологический метаболизм в море. — К.: Наук. думка, 1971. — 252 с.
- 38.. Хуторной С. А. Редкие представители черноморской ихтиофауны Одесского залива и прилегающих акваторий моря // Мате- риалы юбил. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 180-летию со дня рожд. Л. С. Ценковского (Одесса, 28 марта — 1 апреля 2003 г.). — Одесса, 2003. — С. 184—194.
- 39.. Экосистема Григорьевского (Малого Аджалыкского) лимана / Научн. ред. Виноградов А. К. — Одесса, Астропринт, 2008. — 263 с.
- 40.Черно море. Сборник. — Варна: Книгоиздательство «Г. Бака- лов», 1978. — 635 с.
- 41.Черное море. Сборник. — Л.: Гидрометеиздат, 1983. — 405 с.

42. Чиликина Н. С. О биологической активности морской пены // Проблемы Мирового океана. Тр. конф. молодых ученых МГУ. — М.: Изд-во МГУ, 1970. — С. 205—210.
43. Шадрин Н. В. Тенденции изменения планктона после создания искусственных рифов // Искусственные рифы для рыбного хозяйства. — М., 1990. — С. 154—159.
44. Шадрин Н. В. Выбросы водорослей в супралиторали Черного моря: экологическая и геохимическая роль // Докл. НАНУ. — 1998. — № 3. — С. 192—195.
45. Шаловенков Н. Н. Изменение видовой структуры бентосных сообществ рыхлых грунтов в Севастопольской бухте в течение века // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Севастополь, 2004. — Вып. 9. — С. 262—267.
46. Шереметьевский А. М. Роль мейобентоса в биоценозах шельфа Южного Сахалина, восточной Камчатки и Новосибирского мелководья. — Л.: Наука, 1987. — 135 с.
47. Шуйский Ю. Д. Оценка состояния берегов Черного моря в течение ближайших десятилетий // Екологічні проблеми Чорного моря. — Одеса: ОЦНТЕІ, 2001. — С. 367—373.
48. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. Распределение наносов между м. Северным Одесским и м. Аджияск // Причерноморский экологический бюллетень. — Одесса, 2004. — № 2—3. — С. 64—72.
49. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В., Березницкая Н. А. Морфология и динамика берегов Тилигульского лимана // Причерноморский экологический бюллетень. — Одесса, 2004. — № 2—3. — С. 54—63.
50. Шуйский Ю. Д., Золотов В. И. Продуктивность моллюсков в прибрежных водах Черного моря и ее значение при расчете баланса

наносов в береговой зоне // II Всесоюз. конф. по биологии шельфа. — К.: Наук. думка, 1978. — Ч. 2. — С. 121—122.

51.Шурова Н. М. Структурно-функціональна організація популяції мідії *Mytilus galloprovincialis* Чорного моря: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — Севастополь, 2009. — 32 с.

52.Шурова Н. М., Лосовская Г. В., Золотарев В. Н. Зооценоз мидий как биотоп для интродуцированных видов // Екологічні проблеми Чорного моря. — Одеса: ОЦНТЕІ, 2002. — С. 298—301.