

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та  
аспірантської підготовки  
Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

**КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

на тему: «Сучасний стан макрозообентосу в лиманах північно-західного  
Причорномор'я »

Виконала: студентка 2 курсу, групи МВБ – 61  
Спеціальності 207 «Водні біоресурси та  
аквакультура»  
Гергель Ксенія Юріївна

Керівник старший викладач  
Тучковенко Оксана Аркадіївна

Консультант док.с-г.н., проф.  
Шекк Павло Володимирович

Рецензент к.с.-г.н., доц.,  
декан біолого-технологічного факультету ЛНУВМБ  
ім. С.З.Гжицького  
Лобойко Юрій Васильович

Одеса - 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки

Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

Рівень вищої освіти: магістр

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри Шекк П.В.

д.с.-г.н., проф.

“ 29 ” жовтня 2018 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Гергель Ксенії Юріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Сучасний стан макрзообентосу в лиманах північно-західного Причорномор'я

керівник роботи Тучковенко Оксана Аркадіївна, старший викладач кафедри Водних біоресурсів та аквакультури

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 5 » жовтня 2018 року № 271-С

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018 р.

3. Вихідні дані до роботи: джерела наукової інформації з досліджуваної теми

Мета магістерської роботи – оцінка сучасного стану макрзообентосу лиманів північно-західного Причорномор'я .

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Детальний аналіз наявної в літературі інформації що до сучасного стану досліджуваних об'єктів, їх сучасного стану, тощо. Визначення ступеню вивченості питання.

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
1	Шекк П.В. Зав.кафедрою Водних біоресурсів та аквакультури		
2	Шекк П.В. Зав.кафедрою Водних біоресурсів та аквакультури		
3	Шекк П.В. Зав.кафедрою Водних біоресурсів та аквакультури		
4	Шекк П.В. Зав.кафедрою Водних біоресурсів та аквакультури		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 05.10.2018 р. \_\_\_\_\_

## АННОТАЦІЯ

До дипломної роботи на тему “Сучасний стан макрозообентосу в лиманах північно-західного Причорномор’я”

Гергель К.Ю., магістр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури  
*Одеський державний екологічний університет*

Головна мета роботи: оцінити сучасний стан макрозообентосу лиманів північно-західного Причорномор’я різних типів. В ході дослідження вирішувались наступні завдання:

- дана оцінка сучасного стану Причорноморських лиманів різного типу (відкритих, закритих і періодично закритих);
- встановлено сучасний стан макрозообентосу досліджених водойм;
- проаналізовані особливості формування макрозообентосу лиманів різного типу в умовах тривалої антропогенної трансформації водойм.

В роботі розглянуто чотири лимани північно-західного причорномор’я: Тилігульський, Малий Аджаликський (Григорівський), Сасик і Сухий лиман. Визначено їх попередній та теперішній стан. Наведено сформовані таблиці і рисунки.

Завданням є проаналізувати сучасний стан макрозообентосу лиманів, його кількісні та якісні показники, періодичність розмноження, встановити домінуючі види організмів макрозообентосу за допомогою індексів видового та екологічного різноманіття.

*Ключові слова:* Лиман, північно-західне Причорномор’я, зв’язок з морем, гідрохімічний стан, макрозообентос.

## ANNOTATION

To the thesis on the topic "**Current state of macrozoobenthos in the estuaries of the northwestern Black Sea coast**"

Gergel K.Y., Master of the Department of Water Bioresources and Aquaculture  
*Odessa State Ecological University*

The main purpose of the work: to assess the current state of macrozoobenthos of the estuaries of the northwest Black Sea of different types. During the study the following tasks were solved: - an estimation of the current state of the Black Sea estuary of different types (open, closed and periodically closed); - modern state of macrozoobenthos of the studied reservoirs is established; - the peculiarities of formation of macrozoobenthos of various types of liman in the conditions of long anthropogenic transformation of reservoirs are analyzed.

The work considers four estuaries of the northwestern Black Sea: Tiligul, Maly Adjaliysky (Hryhorivsky), Sasyk and Dry lyman. Their previous and current status has been determined. The formed tables and drawings are presented.

The task is to analyze the current state of macrosobenthos of estuaries, its quantitative and qualitative indices, frequency of reproduction, to establish the dominant species of organisms of macrozoobenthos using indices of species and ecological diversity.

*Key words:* estuary, northwestern Black Sea, connection with the sea, hydrochemical state, macrozoobenthos,

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Аналіз наукової літератури з досліджуваної теми. Написання першого розділу магістерської роботи	29.10.18 – 11.11.18	70	задов.
2	Аналіз фізико-географічних та гідрохімічних характеристик лиманів . Написання другого і третього, розділів магістерської роботи.	12.11.18 – 24.11.18	70	задов.
3	Рубіжна атестація	22.11.18	70	задов.
4	Визначення сучасного стану макрзообентосу лиманів північно-західного Причорномор'я. Написання четвертого розділу т магістерської роботи.	25.11.18 – 8.12.18	70	задов.
5	Написання висновків магістерської роботи. Оформлення магістерської роботи.	9.12.18 – 10.12.18	70	задов.
6	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку	11.12.18 – 12.12.18	70	задов.
7	Перевірка роботи зав. кафедрою	13.12.18 – 16.12.18		
8	Отримання рецензії	17.12.18 – 18.12.18		
9	Попередній захист роботи на кафедрі	19.12.18 – 20.12.18		
10	Надання роботи до деканату	21.12.18		
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>70,0</b>	<b>задов.</b>

**Студент** \_\_\_\_\_ **Гергель К.Ю.**  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ **Тучковенко О.А.**  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>7</b>
<b>1 ОЦІНКА СУЧАСНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я</b> .....	<b>8</b>
1.1 Морфометричне ранжування лиманів.....	8
1.2 Господарське використання.....	10
<b>2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я</b> .....	<b>13</b>
2.1 Фізико-географічна характеристика Тилігульського лиману.....	13
2.2 Фізико-географічна характеристика лиману Сасик.....	16
2.3 Фізико-географічна характеристика Григорівського лиману.....	18
2.4 Фізико-географічна характеристика Сухого лиману.....	20
<b>3 ГІДРОХІМІЧНІ УМОВИ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я</b> .....	<b>22</b>
3.1 Гідрохімічні умови Тилігульського лиману.....	23
3.2 Гідрохімічні умови лиману Сасик.....	30
3.3 Гідрохімічні умови Григорівського лиману.....	39
3.4 Гідрохімічні умови Сухого лиману.....	44
<b>4 МАКРОЗООБЕНТОС ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я</b> .....	<b>54</b>
4.1 Макрозообентос Тилігульського лиману.....	54
4.2 Макрозообентос лиману Сасик.....	58
4.3 Макрозообентос Григорівського лиману.....	61
4.4 Макрозообентос Сухого лиману.....	68
<b>ВИСНОВОК</b> .....	<b>72</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b> .....	<b>74</b>



## ВСТУП

Лимани північно-західного узбережжя Чорного моря розташовані в південній і середній смузі Причорноморської низовини. Всі лимани відділені від моря піщано-черепашковими пересипами або косами. Ізоляція буває повною (закритий тип лиманів) або частковою. У першому випадку лиман відділяється від моря суцільний пересипом, у другому - або косами, або в тілі пересипу є штучні прорізи. [1]

Лимани північно-Західного Причорномор'я відрізняються як генезисом, так і сучасними умовами розвитку. Лимани Сухий, Малий Аджалицький (Григорівський), Тилігульський - затоплені морем гирлові області річок, на даний час не функціонують як повноцінні руслові системи. Малий Сасик є морська затока, відділений від моря пересипами, в яких проведені обловно-запускні канали та періодично формуються прірви, що з'єднують лиман з морем. Лиман Сасик утворився в гирловій частині затопленої морем загальної долини річок Когильник і Сарата (Лиманно-гирлові комплекси ..., 1988). Цю групу водойм відносять до лиманно-лагунного типу. [1]

Макрозообентос - сукупність безхребетних з розміром тіла більше 2 мм, які населяють дно водоймище (або бенталь), водну рослинність, інші субстрати (Наказ від 19.01.2016р. №30 "Про затвердження Інструкції з відбирання, підготовки проб води і ґрунту для хімічного та гідробіологічного аналізу гідрометеорологічними станціями і постами").

Макрозообентос є одним з найважливіших компонентів водних екосистем і має особливо велике значення як основна складова частина кормової бази риб. Взаємодія іхтіофауни водойм з її кормовою базою вивчена далеко недостатньо, що приводить до слабкої обґрунтованості багатьох рибогосподарських рекомендацій і надає суттєвого економічного збитку народному господарству. [15]

# 1 ОЦІНКА СУЧАСНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

## 1.1 Морфометричне ранжування лиманів

Комплексна екологічна оцінка та менеджмент лиманів як крайових екосистем шельфу вимагають оцінки всіх видів господарської діяльності на їх акваторіях, водозбірних басейнах, прилеглих районах моря і обліку відмінностей їх природних фізико-географічних особливостей. Географічне розташування, рельєф, мікрокліматичні умови, морфометричні характеристики, специфіка гідродинаміки створюють в кожній водній екосистемі передумови для формування певної інтенсивності фізико-географічного процесу (Григор'єв, 1966). [2]

На такі природні процеси лиманів накладається комплекс специфічних антропогенних чинників - від техногенного забруднення до рекреаційного використання ресурсів. Експертний підхід, при якому враховуються не тільки фактори прямого антропогенного впливу, а й природний фон зазначених природних процесів, на які вони впливають, дозволяє не тільки об'єктивно оцінити адекватність відгуку екосистеми на антропогенні навантаження, але і передбачити запас міцності, пов'язаної з природним «здоров'ям» системи. Так, первинна природна продуктивність водойм - найважливіший інтегральний біологічний показник, що відображає інтенсивність фізико-географічних процесів. За умови повної відсутності антропогенного впливу природна продуктивність водойми буде залежати від природних фізико-географічних факторів: розміру і глибини, що визначають кількість сонячної радіації, яка припадає на одиницю об'єму, температурний і вітровий режим; площі водозбору, що обумовлює надходження аллохтонної речовини; інтенсивності водообміну, який встановлює відтік утвореного органічної речовини, і т. д. [2]

Виходячи з цього великі глибоководні лимани з хорошим водообміном володіють великим запасом природної міцності по відношенню до впливу антропогенних факторів, які, як правило, викликають евтрофування, що виявляється в штучній інтенсифікації продукційного процесу, хімічне забруднення і сполучену з цим деградацію біологічної структури водної екосистеми. І навпаки, замкнуті або з ускладненим водообміном мілководні лимани невеликих розмірів - найбільш вразливі екосистеми. [2, 3]

Показник відносин обсягу водоймища до площі водного дзеркала  $V/S$  - це морфометрична характеристика, що максимально визначає природний потенціал водойми. За інтенсивністю фізико-географічних процесів даний показник в великій мірі кількісно відображає «активність середовища» (Лебедев, 1986), яка формує еколого-біологічні процеси, пов'язані з трансформацією органічної речовини, різноманітністю і стійкістю біологічної структури. Використання даного показника для ранжирування водойм дозволяє визначити екологічний потенціал стійкості водойми і оцінити реакцію екосистеми на антропогенний вплив з урахуванням його природних фізико-географічних процесів. За зміною показника  $V/S$  для семи лиманів регіону, які відчують в даний час різну ступінь антропогенного навантаження, побудований ряд, що відображає екологічну стійкість водойм, обумовлену їх природними морфологічними параметрами (табл. 1.1). [3]

Таблиця 1.1 - Морфометричні характеристики лиманів північно-західного Причорномор'я

Лиман, його рівень	Зв'язок з морем	Площа, км <sup>2</sup>		Глибина, м		Довжи- на, км	Макси- мальна ширина, км	Об'єм, млн. м <sup>3</sup>	$V/S$ , м
		Водозбору	Дзеркала	Середня	Макси- мальна				
Тил- гульський, -0,4	Періодичний, регульований	5420	135	5,0	21	60	4,5	610	12,5
Малий Аджа- ликський (Григо- рівський),	Постійний	343	5,8	7,7	14,5	7,3	1,2	44	7,7

-0,4									
Сухий, - 0,4	Постійний	347	5,7 4,7	7,3 8,5	14 14	7,2 4,8	1,5 1,5	42 40	7,3
Сасик, - 0,3	Періодичний, регульований	385	215	2,7	3,3	35	11	42	0,2

\*Верхня цифра характеризує весь лиман, нижня – його основну частину.

Максимальні значення показника V/S характерні для найбільших за розмірами і глибині водойм - Тилігульського, Малого Аджалицького і Сухого лиманів. До групи найбільш мілководних і, відповідно, з найменшим природним потенціалом стійкості відноситься Сасик. [4]

Нижче представлені багаторічні дані про гідролого-гідрохімічні і біологічні особливості чотирьох розглянутих лиманів, отримані колективом співробітників ОФ ІнБПМ НАН України. [3]

## 1.2 Господарське використання

На акваторіях розглянутих лиманів функціонують порти або порто пункти регіонального, державного і міжнародного значення (табл. 1.2). Порти забезпечені судноплавними прохідними каналами глибиною до 12-15,5 м. У Сухому лимані розташований один з найбільших на Чорному морі міжнародний Іллічівський морський торговельний порт з комплексами по перевалці зернових вантажів потужністю до 2,5 млн т на рік, перевалці мінеральних добрив (калійної солі) потужністю до 1,5 млн т на рік і перевалці цементу. З 1978р. на акваторії Малого Аджалицького лиману функціонує порт Південний, який здійснює перевантаження хімічних, навалювальних вантажів і металів. Порт обладнаний спеціальними комплексами для переробки карбаміду, відвантаження аміаку і метанолу, прийому з моря ортофосфорної кислоти, переробки морського і річкового піску. [5]

На акваторіях більшості лиманів функціонують робоводні господарства, у тому числі для забезпечення роботи яких споруджені і експлуатуються спеціальні обловно-запускні канали. [6]

Таблиця 1.2 - Порівняльна характеристика географічних особливостей і сучасного стану лиманів північно-західного Причорномор'я (Адобовський В. В., 2006)

Характеристики	Тилігул	Сасик	Григорівський	Сухий
Генезис:				
Затоплені гирлові області крупних річок, малих річок, у т.ч. впадаючих у морські заливи, відділені нині пересипами	+	+	+	+
Зв'язок з морем:				
Постійний через штучний проріз			+	+
Постійний регульований		+		
Періодичний регульований	+			
Тип по соленості (‰):				
Олігогалінний (0,5-3)		+		
Плейо-мезогалінний (8-15)			+	+
Полігалінний (15-45)	+			
Використання:				
Наявність порту або портопунктів			+	+
Наявність судоходного каналу			+	+
Рибне господарство	+	+		

Наявність обловно-запускного каналу	+			
Крупні дачні масиви	+			

Високий рекреаційний і бальнеологічний потенціал лиманів використовується для екологічного туризму, стихійного і організованого відпочинку, в оздоровчих цілях. На берегах лиманів розташовані спеціальні медично-оздоровчі установи, у тому числі санаторії, будинки відпочинку, пансіонати. В деяких лиманах Тузловської групи, Будацькому, Хаджибейському і Куяльницькому лиманах відомі родовища лікувальних грязей. На Будацькому і Куяльницькому лиманах функціонують спеціальні медичні установи, що використовують методи грязелікування. Акваторії лиманів і прилеглі території представляють високу цінність для природно-заповідного фонду. Частина акваторії Дністровського лиману планується використовувати для організації Нижньодністровського національного парку. Лимани Тузловської групи розглядаються як потенційні об'єкти заповідного фонду державного значення, акваторія і прилегла територія Тилігульського лиману, як регіональній ландшафтний парк. [7]

## 2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

### 2.1 Фізико-географічна характеристика Тилігульського лиману

Тилігульський лиман - це найдовший лиман північно-західного Причорномор'я, довжина якого досягає 68 км, середня ширина - 2,5 км, площа водної поверхні - близько 150 км<sup>2</sup>, площа водозбору 5420 км<sup>2</sup> (рис.2.1). Північна і центральна частини лиману мілководні, тому середня глибина становить 3 м, проте в південній і центральній частинах лиману розташовані улоговини, максимальні глибини яких досягають і, за даними деяких дослідників, навіть можуть перевищувати 15 м. Лиман відділений від моря пересипом шириною близько 4 км і довжиною до 7 км. [8, 9]

У пересипу проритий штучний канал шириною 26-40 м і глибиною 0,5-1,5 м, що з'єднує лиман з морем. Експлуатація каналу в рибогосподарських цілях передбачає відкриття його навесні для запуску молоді риби в лиман на нагул. Однак канал функціонує епізодично, оскільки інтенсивно замивається піском з боку моря. До каналу примикають мілководні солоні озера, пов'язані з ним. [9]

У північну частину лиману впадає річка Тилігул. Довжина річки - 173 км, ширина русла 10-20 м, площа басейну 3550 км<sup>2</sup>. Тилігульський лиман і прилегла територія у своєму розпорядженні значні рекреаційними ресурсами. Серед них виділяється найбільше родовище мінеральних лікувальних магнієво-натрієвих грязей, запаси яких досягають 15,8 тис. тонн. Великі можливості використання лиману і прилеглої прибережної зони моря за кліматичними, гідрологічними, екологічними показниками для лікувальної, оздоровчої рекреаційної діяльності, а також для регламентованого рибальства і полювання, екологічного туризму. [11]

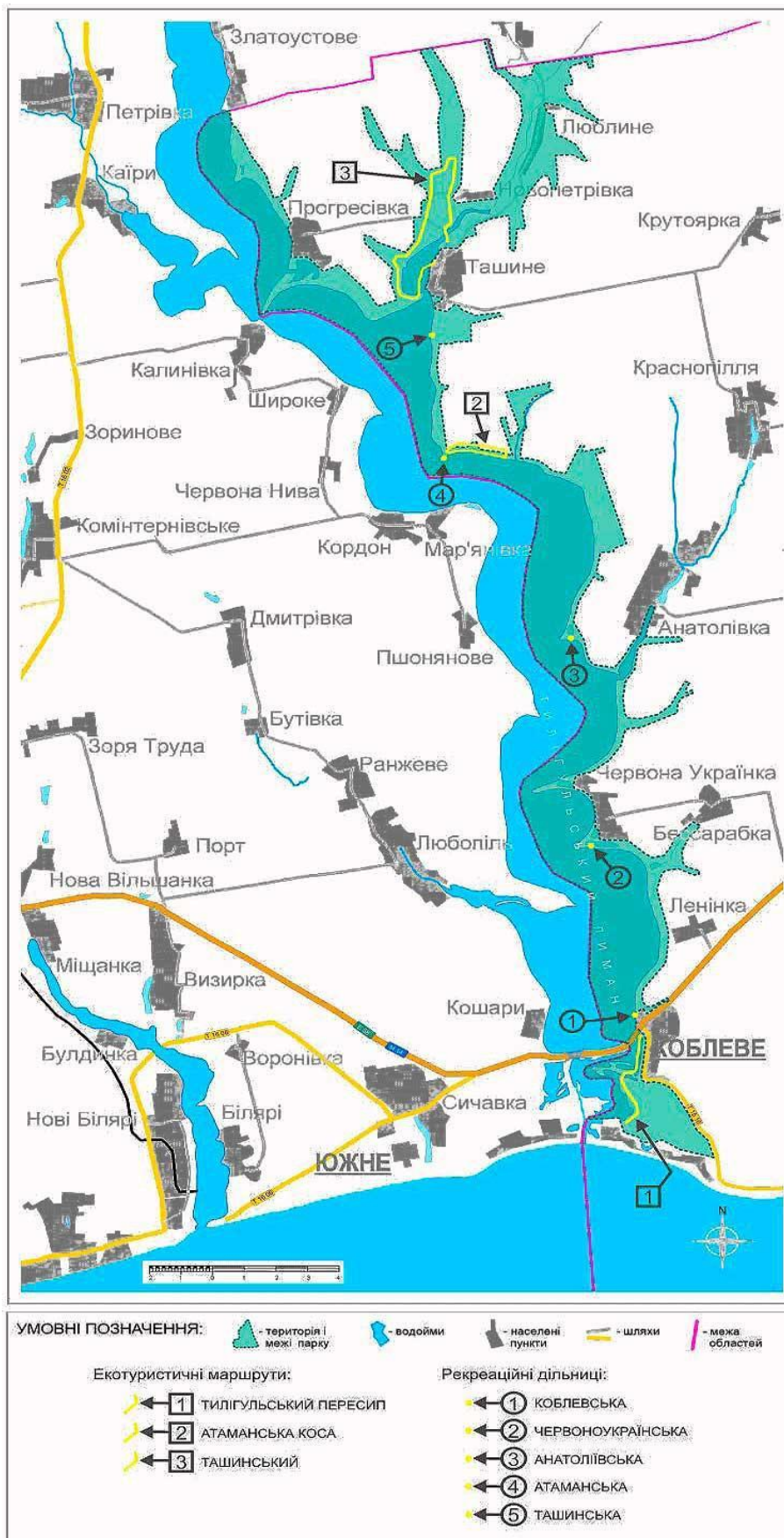


Рисунок 2.1 - Карта-схема Тилгульського лиману



Нижня частина лиману і прилегла прибережна зона моря характеризуються високим балом пляжної привабливості. Екологічному («зеленому») туризму і обмеженим напрямками любительського рибальства та полювання сприяє багатство флори і фауни акваторії Тилігула і прилеглих територій. У водах лиману мешкає 25-30 видів риб, близько 208 видів водоростей. [11]

На берегах лиману розташований Тилігульський регіональний ландшафтний парк. Частина території парку є надзвичайно цікаві природні об'єкти зі значним спектром рідкісних і зникаючих видів флори і фауни. Тилігульський лиман входить в міжнародний список Рамсарської конвенції про захист водно-болотних угідь. Рамсарське угіддя - Тилігульський лиман охоплює площу 26 000 км<sup>2</sup> в межах Миколаївської та Одеської областей України. Це один з небагатьох ветландов, які зберегли сьогодні природні приморські ландшафти; його екологічна система має унікальні умови для життя тваринного і рослинного світу, акваторія лиману є великою цінністю для підтримки біологічної рівноваги регіону. [10, 11]

В даний час в результаті антропогенної діяльності в басейні лиману і кліматичних змін, відсутність науково обґрунтованих планів водного та екологічного менеджменту, природні ресурси Тилігульського лиману знаходяться під загрозою втрати. Наприклад, протягом аномально жаркого, з великою кількістю зливових атмосферних опадів, літа 2010 р були відзначені неодноразові випадки масового «цвітіння» водоростей, які виділяють токсичні речовини в складі метаболітів, і розвитку дефіциту кисню в воді, що обумовлено високим рівнем евтрофікації водойми. [12]

Тилігульський лиман виник в результаті поступової зміни клімату: поступово еволюціонуючи з гирла повноводної ріки в напівзакриту морську лагуну. Одночасно зростала солоність води, що склала в кінці 2017 року більш як 30 ‰. У колишні часи річка Тилігул була повноводною, але з часом клімат ставав більш посушливим: випадало менше опадів, річка міліла - в низів'я стали замулюватися, а стік в море практично припинився. Деякий вплив також надало

будівництво дамби і асфальтової дороги, що з'єднає Одеську і Миколаївську області. Так виник Тилігульський пересип шириною близько 4, і довжиною до 7 км. [14]

Це місце - справжній рай для перелітних птахів і є природним заповідником.

В середині ХХ століття був проритий штучний канал, що з'єднає лиман з Чорним морем. Устя каналу постійно замуювалося і розчищалося. [14]

Новий гідротехнічний проект (що включає рибозатримуючі шлюзові спорудження, захисні буни, зміцнення стінок і поглиблення каналу) був запущений в 2016-2017 р з метою порятунку лиману від пересихання. Канал був відкритий 27 грудня 2017 р і морська вода почала надходити в лиман. [13]

У 1995 році лиман набув статусу водно-болотного угіддя міжнародного значення і входить до складу регіонального ландшафтного парку "Тилігульський". Територія Тилігульського лиману охороняється згідно з постановами Рамсарської конвенції (Конвенція про водно-болотні угіддя). [13]

## **2.2 Фізико-географічна характеристика лиману Сасик**

Сасик (Сасик, Кундук (тюркське смердючий)) - озеро в Одеській області, розташоване на території Татарбунарського та Кілійського районів. Площа близько 210 км<sup>2</sup>, глибина до 2,7 м. Витягнуто з півночі на південь приблизно на 29 км, ширина від 3 до 12 км (Рис. 2.2). [15]

Озеро повністю відокремлене від моря пересипом і з'єднується шлюзом у південно-східного кінця з озером Джаншейске, яке в свою чергу з'єднується з морем і системою Шагани - Алібей - Бурнас. Довжина пересипу 15 км; по ній проходить бетонована автодорога, що з'єднує курорт «Катранка» Татарбунарського району та курорт села Приморське Кілійського району Одеської області. [15]



Рисунок 2.2 - Карта-схема лиману Сасик

На морській стороні пересипу розташовані піщані пляжі, на яких влітку виникають стихійні стоянки автотуристів. За березі лиману і на пересипу розташовані риболовецькі бригади. Деякі місця уздовж берега поросли очеретом, є заплави, які представляють інтерес для мисливців на водоплавну дичину і рибалок. [16]

В озеро Сасик впадають річка Сарата і Когильник, що опріснюють його навесні і мінералізують його в межень (при наявності стоку). При цьому основне живлення відбувається шляхом перекидання води з Дунаю по каналу

Дунай-Сасик. Коливання рівня води в озері досягають 1 м. Замерзає в грудні, розмерзається в березні. [16]

Береги озера є місцями гніздування птахів. Сасик і система Шагани - Алібей - Бурнас отримала статус міжнародних водно-болотних угідь, як місця поселень водоплавних птахів і занесена в міжнародний список Рамсарської конвенції про охорону водно-болотних угідь. [17]

### **2.3 Фізико-географічна характеристика Григорівського лиману**

Григорівський лиман - порівняно невелика водойма (площа водного дзеркала близько 6 км<sup>2</sup>), розташований в 30 км на схід від м. Одеси. В 1970 р лиман був з'єднаний з морем прохідним каналом. [18]

Лиман з'єднаний з Чорним морем прохідним каналом довжиною 3 км і завглибшки 14 м. Довжина лиману - близько 12 км, ширина - від 300 м у верхів'ї до 1,3 км біля гирла (Рис 2.3). [18]

На берегах лиману розташовано безліч сіл і селищ - Григорівка, Нові Білярі та ін. На правому березі лиману розташований Одеський припортовий завод. Поблизу лиману розташоване місто Південний. [18]

Гідротехнічні операції, за якими послідували крупні масштабні днопоглиблюючі роботи фактично перетворили раніше мілководний закритий лиман в глибоководну морську затоку і акваторію морського порту Південний, що досі розвивається. [19]

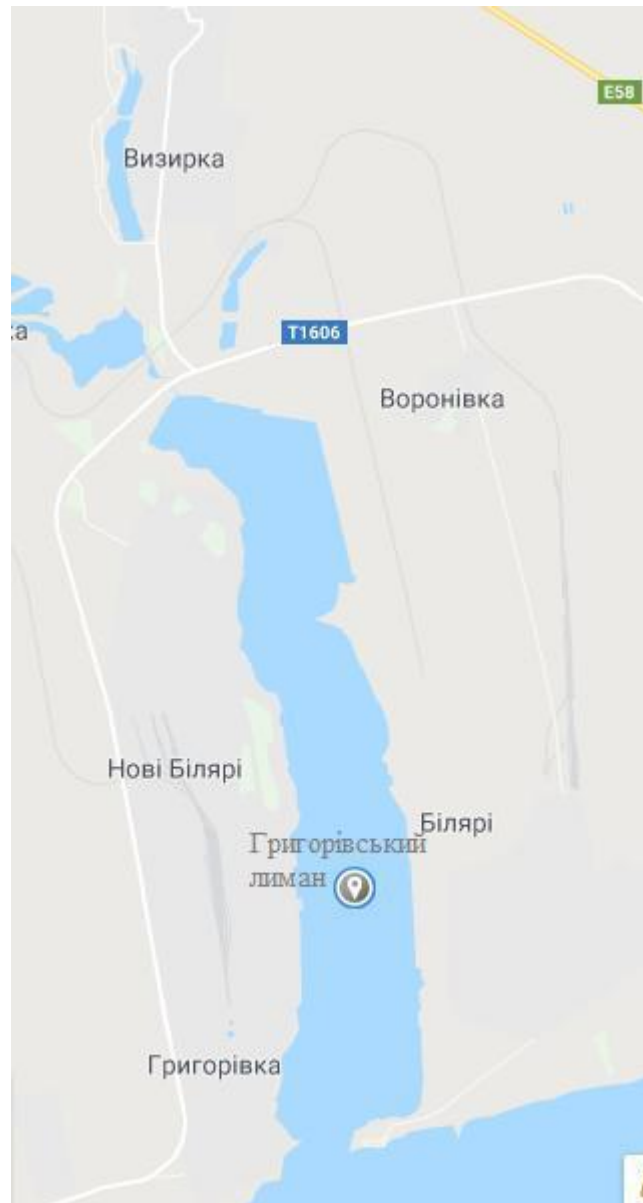


Рисунок 2.3 - Карта-схема Григорівського лиману

На берегах лиману розташовані технологічні причали порту Південний, Одеського припортового заводу, контейнерного терміналу компанії «Трансінвестсервіс», нафтотерміналу і ряду інших підприємств. У перспективі в лимані планується будівництво до 47 причалів, тому площа прибережної зони, не порушеної гідротехнічним будівництвом, постійно скорочується аж до її повного зникнення в подальшому. [20]

## 2.4 Фізико-географічна характеристика Сухого лиману

Сухий лиман - лиман на узбережжі Чорного моря в Одеській області України поблизу м. Одеса. На даний час з'єднується з морем судноплавним каналом глибиною 14 метрів, а його пониззі фактично являє собою морську затоку. Верхня частина більш мілководна (до 1,5 м), північна і західна частини відділені греблею і перетворені в прісноводні ставки. У лиман впадає річка Дальник (на півночі) і Аккаржанка (на південному заході) (рис. 2.4). [21]

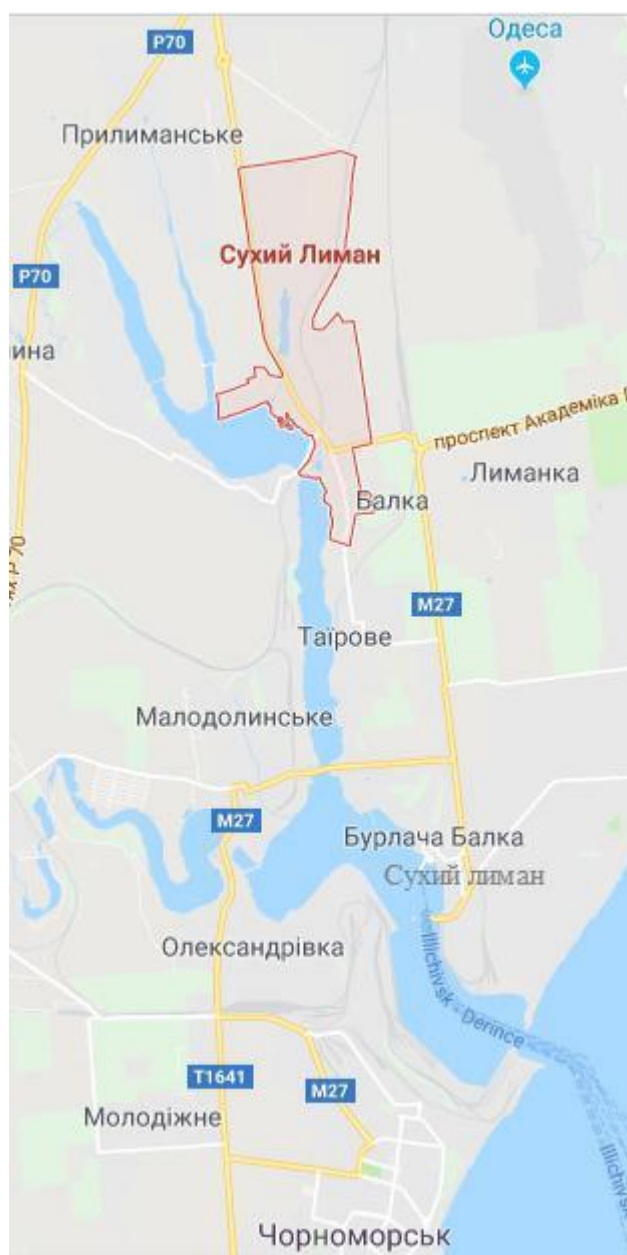


Рисунок 2.4 - Карта-схема Сухого лиману

На правому березі лиману розташовується морський порт Чорноморськ.

[21]

В початку ХХ століття від моря лиман відділяла піщана коса шириною 47-170 м і довжиною 1,25 км. Під час сильних штормів в пересипу утворювалися прірви, що сприяло водообміну і забезпечувало зариблення водойми. У 1935 році в пересипу Сухого лиману вперше був обладнаний кустарний обводно-запускний канал. [22]

Будова верховий досить складне і пов'язане, як з генезисом і розвитком, так і антропогенними перетвореннями. У його будові чітко виділяються 4 елементи: прибережне мілководдя, глибоководна частина (фарватер), осушення (жолоби стоку) і бровки фарватеру. [23, 24]

Це відбивається і в морфологічній будові об'єкта. Площа верховий становить  $1307000 \text{ м}^2$  ( $1307 \text{ км}^2$ ). На глибоководну частину доводиться  $352600 \text{ м}^2$  або (26 %). Площа мілководдя дорівнює  $954400 \text{ м}^2$  (74 %). Товщина мулу в межах виділених зон варіювала в значних межах. Мінімальна товщина виміряна в глибоководній частині - 0,25 м, на осушення вона мала максимальне значення - 1,70 м. [24]

Промірні роботи на станціях і галсах дозволили встановити основні закономірності в розподілі глибин. Середня глибина глибоководної частини - 7,0 м. Середня глибина мілководній частині - 0,5 м. Об'єм чаші -  $2945400 \text{ м}^3$  ( $0,003 \text{ км}^3$ ). Обсяг глибоководної частини складає 80 %, а мілководної частині – 20 % від загального обсягу. [25]

Важливими показниками водного об'єкта є характеристики його берегів. Загальна довжина берегової лінії верхів'їв Сухого лиману дорівнює 9494 м. Довжина лиману досягає 3850 м, а ширина - 438 м. Звивистість берегової лінії становить: правий берег 1,15, лівий берег 1,31. [25]

### 3 ГІДРОХІМІЧНІ УМОВИ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Формування гідрохімічних умов в ПЗЧМ визначається факторами як природного, так і антропогенного походження. Серед них в 1950-1960 роках визначальний вплив на мінливість хімічних процесів в море надавав в першу чергу річковий стік. [26]

Антропогенне евтрофування Чорного моря почалося не відразу. Перш ніж виявився в водоймі ефект евтрофікації, повинно було статися накопичення біогенних речовин (БР) (Россолімо, 1977). [26]

Цей процес в ПЗЧМ почався в кінці 1960-х років. З 1970-х років в формуванні гідрохімічних умов в ПЗЧМ провідну роль відіграє антропогенне евтрофування. Аналогічні явища відбуваються практично на всіх водоймах світу - озерах, річках, внутрішніх морях і прибережних зонах, затоках, лагунах відкритих морів. Особливо яскраво вони виражені в районах з високо розвинутою промисловістю і інтенсивним сільським господарством. Це пов'язано з інтенсивністю змиву добрив з водозбірної площі річок, збільшенням кількості скидів у водойми слабоочищених і неочищених стоків як промислового, так і комунального походження. результатом такого впливу стало зростання в воді вмісту БР в поверхневому стоці, а потім і в море. БР техногенного походження включалися в цикл біогідрохімічних перетворень, після різних трансформацій поповнювали запас природних сполук і залишалися в екосистемі водойми (Максимова, 1986). Наслідком цього процесу стало підвищення біологічної продуктивності водних екосистем. [26]

Багаторічними дослідженнями в ПЗЧМ встановлено, що гідрохімічний режим за останні 50 років зазнав значних змін. зросла максимальна концентрація розчиненого кисню, збільшилися межі коливань змістів мінеральних і органічних сполук азоту і фосфору (табл. 3.1). [27]



Таблиця 3.1 - Порівняльна характеристика меж коливань гідрохімічних показників у фотичному шарі ПЗЧМ у різний період (Ю.С. Тучковенко, 2011)

Інгредієнт, показник	1948-1959 р.р.	1977-2000 р.р.
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	1,85-13,0	0,0-23,20
Сb, % насичення	50-105	0,0-270
pH	7,80-8,70	7,68-9,27
PO <sub>4</sub> , мкг/дм <sup>3</sup>	0,0-50,0	0,0-627,0
P <sub>орг</sub> , мкг/дм <sup>3</sup>	2,5-28,7	0,0-540
NH <sub>4</sub> , мкг/дм <sup>3</sup>	0,0-40,0	5,0-1500
NO, мкг/дм <sup>3</sup>	0,0-30,0	0,0-155
NO <sub>j</sub> , мкг/дм <sup>3</sup>	0,0-300,0	5,0-3100
N <sub>орг</sub> , мкг/дм <sup>3</sup>	195-286	20-16000
ПО, мг O/дм <sup>3</sup>	0,6-2,20	1,5-10,0

Максимальні концентрації БР, як правило, спостерігали в зоні впливу річкових вод, урбанізованих стоків, скидів зі зрошувальних систем - в зонах з антропогенним впливом. значні концентрації БР відзначали також в атмосферних опадах (сніг і дощ), в порових водах донних відкладень. Мінімальні концентрації в водах, що надходять з відкритої частини моря. [27]

### 3.1 Гідрохімічні умови Тилігульського лиману

Тилігульський лиман - найглибоководніший (19-21 м) лиман на північно-західному узбережжі Чорного моря (лиман-гирлові комплекси ..., 1988). Значна глибина уможлиблює формування стратифікації водної товщі в літній період, яка представляє собою один з факторів ризику в розвитку явищ замору. Від моря лиман відділений пересипом, середня ширина якої 3,5 км. Обловно-запускний канал на пересип періодично з'єднує лиман з морем. Витрата води по каналу зазвичай становить кілька сотень тисяч кубічних метрів на добу, але може досягати і 1,5 млн.м<sup>3</sup>/доб. [28]

У минулому, коли обсяги стоку р. Тилігул становили досить помітну частину водного балансу, існував чіткий поділ лиману на дві частини: солону -

на південь від звуження в районі с. Калинівка, і опріснену - північну. Збільшення повторюваності посушливих сезонів в 1990-х роках і нерегулярне використання каналу привели до того, що 2002 р. солоність лиману досягла 17 ‰ у північній частині і 21 ‰ - в південній (Адобовський, 2002), тоді як раніше ця величина становила 8,6 і 15 ‰ відповідно (Лиман-гирлові комплекси ..., 1988). [28]

Рівень лиману в кінці ХХ ст. був в середньому нижче рівня моря на 66 см (ГВК, 1985), але після аномально холодної та багатосніжної зими 2002-2003 р. весняний паводок підняв рівень лиману майже на 40 см вище рівня моря і прорвав перемичку, що відділяла канал від моря. До того моменту солоність поверхневого шару лиману знизилася до 5,5 ‰. Однак значного зниження солоності лиману не відбулося, оскільки розпріснена поверхнева вода пішла по каналу в море, не встигнувши добре перемішатися з глибинною, від якої була відокремлена потужним термогалокліном. [29]

З березня до жовтня 2003 року рівень лиману знизився на 75 см, з них на 30 см вже після відновлення перемички на пересипу в червні, тобто виключно внаслідок перевищення випаровування над опадами. Солоність в південній частині лиману до кінця осені 2003 р досягла 19,5 ‰ і виявилася лише на 1,5 ‰ нижче, ніж восени 2002 року, що характеризувалася середніми значеннями параметрів гідрологічного режиму. також необхідно відзначити, що в сувору зиму 2002/2003 р. лиман більше 3 міс був покритий суцільним льодом, товщина якого до кінця зими досягала 0,5 м. [29]

У 1960-х роках якість водного середовища лиману визначалася природними факторами. Вміст кисню в лимані змінювалося від 1,0 до 18,1 мг/дм<sup>3</sup>, насичення води киснем становило 12-191%. Максимальний вміст кисню фіксувався навесні, мінімальний – в липні-серпні. На окремих ділянках лиману під шаром фотосинтезу фіксували гіпоксію. Середній вміст органічних речовин по перманганатній окислюваності (ПО) за період 1963-1965 рр. змінювався від 1,79 до 11,50 мг/дм<sup>3</sup> (Розенгурт, 1967). [29]

В кінці 1970 - початку 1980-х років інтенсивність фотосинтезу в лимані підвищилася. Так, середній вміст кисню становило  $9,2 \text{ мг/дм}^3$  при насиченні 91 %, величина рН коливалася в межах 7,6-8,8, вміст біогенних речовин змінювалося в великих межах,  $\text{мг/дм}^3$  : фосфати 0,013-0,462; амонійний азот 0-1,64; нітрити 0-0,056; нітрати 0-1,035; кремній 0-5,55. Кількість органічних речовин в залежності від сезону змінювалася від 3,20 до 37,6, середньорічні значення становили  $17,30\text{-}22,80 \text{ мг/дм}^3$  (Журавльова, 1986; Журавльова, Александрова, 1990). Дослідження 2002-2003 рр. показали, що в лимані активно розвиваються продукційні процеси. Кисневий режим, як і в попередні роки, залишається нестабільним. Навесні і влітку в поверхневому шарі лиману відзначається активний розвиток процесу фотосинтезу – насичення води киснем становить понад 100%, спостерігається зростання величини рН (До 9,2), зниження концентрацій основних біогенних з'єднань азоту і фосфору, значення яких в десятки разів нижче, ніж спостережувані в 1970-1980-х роках (табл.3.2). У теплий період року в воді лиману зміст азоту органічного, основного показника продуктивності водойми, становило 90-95 % в балансі азоту. Восени в придонному шарі на окремих ділянках лиману відзначалися гіпоксія (насичення води киснем менш 20 %), значні концентрації амонійного азоту (до  $0,323 \text{ мг/дм}^3$ ). [30]

Незважаючи на значне споживання фосфатів при розвитку продукційних процесів навесні, рівень фосфатів в лимані залишався високим. [30]

Забезпечення вод лиману фосфатами відбувалося за рахунок екскрементів птахів, колонії яких мешкають в його південній частині, і надходжень з донних відкладень, особливо в період розвитку придонного гіпоксії. Інтенсивне розвиток продукційної-деструкційних процесів, які особливо активно протікають в мілководній узкопрібрежній частині, підтримує в воді лиману високий рівень фосфору органічного. Тут, в місцях скупчення макрофітов фіксувалися максимальні для лиману значення -  $0,458\text{-}0,524 \text{ мг/дм}^3$ . [30]

Таблиця 3.2 - Гідрохімічні показники Тилігульського лиману (Журавльова, Александрова, 2005)

Інгредієнт	2002 р		2003 р			
	Весна	Літо	Зима	Весна	Літо	Осінь
O <sub>2</sub>	7,42-9,02	5,21-7,56	-	9,68-13,11	7,03-8,67	1,41-6,98
	8,0	6,41	-	11,41	11,14	10,67
O <sub>2</sub> , % насичення	83,0-110,0	68,5-100,4	-	91,5-120,1	92,4-266,0	15,91-188,9
	94,2	85,5	-	113,8	149,0	124,40
	0,097-0,586	0,243-0,561	0,181-0,663	0,001-0,003	0,081-0,448	0,270-0,300
	0,464	0,440	0,363	0,002	0,316	0,287
P <sub>орг</sub>	0,024-0,223	0,049-0,211	0,005-0,217	0,169-0,392	0,100-0,260	0,168-0,524
	0,123	0,130	0,089	0,277	0,153	0,347
NH <sup>+</sup> <sub>4</sub>	0,004-0,071	0,010-0,077	0,009-0,162	0,008-0,012	0,011-0,015	0,012-0,323
	0,018	0,088	0,141	0,009	0,013	0,092
NO <sup>-</sup> <sub>2</sub>	0,001-0,012	0,002-0,013	0,012-0,077	0,0-0,002	0,0-0,006	0,005-0,009
	0,003	0,006	0,050	0,0	0,002	0,007
NO <sup>-</sup> <sub>3</sub>	0,004-0,010	0,001-0,024	0,082-1,032	0,0-0,020	0,009-0,030	0,005-0,010
	0,008	0,007	0,476	0,002	0,019	0,007
N <sub>орг</sub>	2,32-2,86	1,26-10,84	1,23-6,20	2,54-3,10	2,66-3,10	1,08-1,97
	2,55	4,87	3,37	1,10	2,80	1,50
	0,88-1,23	1,15-2,53	1,99-2,51	0,68-1,09	0,59-0,71	1,07-1,33
	1,014	1,94	2,30	0,891	0,641	1,20
ПО, мг O×дм <sup>-3</sup>	6,95-10,92	6,60-15,24	5,64-12,97	8,40-9,24	8,40-9,24	9,05-10,72
	8,79	11,31	8,17	6,90	8,73	10,14

Примітка: зверху – діапазон, знизу – середнє значення, мг/дм<sup>3</sup>

Сезонна мінливість концентрацій кремнію зумовлена терригенним стоком і розвитком діатомового фітопланктону. [31]

Середні значення цього показника були на рівні значень попередніх років.

Характерною особливістю вод лиману в 2002-2003 рр. було зниження в 2-3

рази, в порівнянні з 1970-1980-ми роками, значень розчиненої органічної речовини (по ПО). можна предполжити, що такі зміни пов'язані зі зменшенням притоку алохтонних ОБ з водозбірної площі лиману і зниженням антропогенного навантаження. [31]

Таким чином, в даний час гідрохімічний режим Тилігульського лиману не стабільний. Як і в 1960-1980-х роках, в придонному шарі на окремих ділянках лиману формується гіпоксія. Екосистема лиману не збалансована за вмістом основних біогенних елементів - азоту і фосфору, так як для вод лиману характерні значні концентрації фосфатів, низькі - мінеральних форм азоту і високі - азоту органічного. [32]

Склад донних відкладень лиману внаслідок обмеженого водообміну формується під впливом теригенного стоку і розвитку продукційної-деструкційних процесів, де провідна роль належить фітопланктону і макрофітів. порові води донних відкладень лиману з високим вмістом фосфатів, амонійного азоту і органічних речовин різного генезису служать джерелом біогенних речовин в екосистемі лиману. [32]

Так, в 2003 р відзначено різке зменшення фосфатів і нітратів в поровій воді донних відкладень, збільшення концентрації амонійного азоту, що обумовлено переходом фосфору в придонний шар і відновленням нітратів і нітритів до амонійного азоту при розвитку відновлювальних процесів на кордоні вода-грунт. Аналогічні процеси характерні для багатьох водойм, де в донних відкладеннях накопичується органічна речовина і його деструкція відбувається в анаеробних умовах (Денисова та ін., 1987). В даний час порові води донних відкладень служать потенційним джерелом евтрофікації вод Тилігульського лиману. [33]

Згідно з визначеннями чисельності санітарно-показових мікроорганізмів - сапрофітних і кишкових бактерій, влітку 2002 р в лимані їх кількість становила в середньому для поверхневого шару води відповідно 4260 і 1300 кл·мл<sup>2</sup>. [33]

Придонного шару - 5500 і 1460 і донних відкладень - 54500 і 7060 кл·г<sup>2</sup> значимознизилися концентрації сапрофітов і, особливо, кишкових бактерій від

верхів'я до пониззя лиману: в поверхневому шарі відповідно - в 1,6 і 3 рази, придонному шарі - 2,3 і 30, донних відкладеннях - 2,5 і 5 разів. [33]

У воді берегових станцій велика кількість цих бактерій було порівняти з таким у відкритій акваторії. максимум кількості автохтонних бактерій спостерігався в пониззі, алохтонних - в серединній частини лиману. Велика кількість сапрофітного бактеріобентоса в прибережжя було в 1,7 рази вище, ніж у відкритій акваторії, а бактеріальне забруднення фунтів - в 2,2 рази. [34]

Влітку 2003 року середня для акваторії лиману чисельність сапрофітних і кишкових бактерій істотно знизилася: у водній товщі для сапрофітов - в 1,7, бактерій групи кишкової палички (БГКП) - в 5,6 рази. [35]

У донних відкладеннях кількість сапрофітів знизилося в 7,3 рази на фоні повної відсутності БГКП. [35]

Відповідно до норм якості води (Методика ..., 1999; Постанова ..., 2002), оцінка еколого-санітарного стану Тилігульського лиману по мікробіологічними показниками характеризує його як мезоевтрофний, р-мезосапробні водойму з перевищенням норми К-І в середньому в 45 разів. [35]

Для сезонної динаміки валової первинної продукції фітопланктону Тилігульського лиману характерно зменшення останньої від весни до осені. Відзначено збільшення інтенсивності продукційного процесу від центральної до берегової частини лиману, при цьому максимальні значення продукції спостерігаються в стовпі води в глибоководних частинах лиману. Достовірних відмінностей в географічному розподілі продукції з півночі на південь не відзначено. [36]

Деструкція в товщі води часто перевершує валову продукцію фітопланктону. Таке явище виникає внаслідок рясного розвитку донної рослинності, яка частково починає розкладатися вже в літній період (Насиров, 1986; Лимани Північного ..., 1990). У весняний період продукція в товщі води істотно перевершує деструкцію, влітку і восени спостерігається зворотна картина. [36]

У період досліджень 1997-2003 рр. концентрація хлорофілу «а» в поверхневому шарі Тилігульського лиману коливалася від 0,5 до 13,3 мг/м<sup>3</sup>, середньорічне значення склало 2,26 мг/м<sup>3</sup>. Для сезонної динаміки характерно зменшення концентрації хлорофілу «а» від весняного до зимового періоду. Про активні фотосинтетических процесах, що проходять в лимані в весняний період, свідчать мінімальні значення індексу Маргалеффа (1,7-2,2), що відзначалися в цей час. Максимально високий вміст хлорофілу «а» в клітинах фітопланктону в літній період (до 13,3 мг/м<sup>3</sup>) супроводжується максимальною кількістю хлорофілу «В» (до 40 % загального вмісту зелених пігментів), що вказує на активний розвиток влітку дрібноклітинних форм планктонних автотрофов. [37]

При цьому кількість хлорофілу «с» досягає 11,3-78,3 % загального змісту хлорофілів. [37]

Планктонні мікроводорості Тилігульського лиману представлені 118 (135) видами і внутрішньовидовими таксонами, в тому числі що містять номенклатурний тип виду, з них діатомових- 51 (65), дінофітових – 31 (31), зелених - 13 (13), золотистих - 8 (9), синьо-зелених - 7 (9), кріптофітових - 6 (6), евгленових - 2 (2). Найбільший внесок в видове різноманіття фітопланктону лиману вносять діатомові (43,2 %) і дінофітових (26,3 %), вклад всіх інших відділів склав 30,5 %. [37]

На даний період сумарна чисельність фітопланктону варіює від 0,6 до 23,2×10<sup>6</sup> кл·дм<sup>3</sup>, в середньому становить 6,8×10<sup>6</sup> кл·дм<sup>3</sup>. Сумарна біомаса змінюється від 1,4 до 3,4 г·м<sup>3</sup>, в середньому дорівнює 2,2 г·м<sup>3</sup>. В літній період в планктоні присутня група ультрапланктонних дрібноклітинних форм (2-4 мкм), вклад якої в сумарну біомасу становить в середньому 24,0 %. [38]

У порівнянні з 1970-1980-ми роками (Іванов, 1982; Поліщук та ін., 1990) кількість таксонів діатомових зросла в 1,9, дінофітових- в 2,4 рази, а значимість зелених, синьо-зелених і евгленових водоростей в різноманітності мікрофлори помітно знизилася. В цілому різноманіття всіх мікроводоростей збільшилася ще за рахунок кріптофітових і золотистих. [38]

### 3.2 Гідрохімічні умови лиману Сасик

У 60-х рр. ХХ ст. був розроблений проект перекидання прісної води з Дунаю і Дніпра в причорноморські лимани. Ці лимани слід було відрізати від насичення солоними морськими і підземними водами, Сасик був переведений в стан водосховища в період 1978 - 1980 рр. з метою створення прісноводного водоймища та використання його води для зрошення прилеглих сільськогосподарських угідь. [39]

Розрахунки водного і сольового балансу дозволили проектантам стверджувати і бути абсолютно впевненими в тому, що після остаточного штучного відсічення лиману від моря в 1980 р. і до 1986 р. лиман стане повністю прісним і готовим до широкомасштабного поливу степових полів. Особливо певними прихильниками перетворення лиману в сховище прісної води для забезпечення іригації в південних степах були представники екологічного напрямку в природокористуванні. [39]

Для досягнення цієї мети Сасик був відділений від моря глухою «непроникною» дамбою, по верху якої була прокладена шосейна дорога. [40]

В результаті був припинений водообмін лиману з морем, а піщана пересип перервала свій природний розвиток. Вона перетворилася на типову притулену терасу, на її морському краї виник пляж повного профілю. [40]

Припинила своє існування еолова гряда, яка зазвичай забезпечує підтримку механізму багаторічної еволюції пересипу і її зміщення в сторону суші. Зараз такого зміщення немає. [40]

Тому змінився і поперечний профіль колишнього Сасикського пересипу - він став нижче, більш вирівняним, а в тильній його частині накопичуються штормові води, які перехлюпував з мористого боку при вітровому нагоні. Після шторму ці води зливаються назад в море і при цьому розчленовують вершину пляжу і утворюють специфічні канали стоку. У підсумку на колишньому пересипу склався певний біоценоз, біосистеми з власними рослинами і



тваринами. Всі перераховані зміни природи пересипу позначають ступінь впливу антропогенного чинника - перша ланка наслідків. [41]

Інша ланка антропогенних змін розкриває перетворення водної товщі і водного балансу лиману. Перш за все, кардинально змінилося основне джерело надходження води в Сасик - для цього було прокопано живильний канал з Дунаю. По ньому Сасик отримує 56 – 87 % прісної води в різні сезони року і при різних режимах водокористування. [41]

Залежно від водності конкретного року сумарний стік Сарати і Когильник дає від 6 до 19 % води для лиману. Розрахунки прихильників перетворення лиману в прісне водосховище показали, що цієї кількості води досить для розсолення і іригаційного використання Сасикське води - зменшення її солоності з 20 - 23 до  $\leq 0,8$  ‰ через 6 років. Для обміну був побудований скидний гідровузол (зі скиданням по каналу у море, з регульованою засувкою і насосними установками) в районі Катранської коси. [41]

Гідровузол був розрахований на скидання в море 50 – 70 % розведеної води, надходження з Дунаю, на випаровування з акваторії розраховувалося від 7,8 до 28,8 %, а на фільтраційні втрати відводилося від 4,3 до 27,0 % води протягом років з різною зволоженістю. Автори і виконавці проекту перетворення Сасика відводили донних відкладень лиману як джерелу поповнення розчинами і окремими хімічними елементами від 27 до 49 % від суми надходжень, планували «живу» водойму з високою продуктивністю промислових організмів, але все ж у чомусь була допущена серйозна помилка. [42]

Судячи з того, що і до наших днів Сасикська вода в загальному мало придатна для іригаційного використання в степах Південної України, односторонній вузько гідрологічний («екологічний») підхід виявився неефективним і шкідливим. Мабуть, не було враховане активне підживлення мінералізованими водами з підземних горизонтів і річок. Про це говорилося також і в доповіді на II Всесоюзній конференції з біології шельфу ще в 1978 р. і на неодноразових технічних нарадах, однак, доводи доповідачів залишилися

без жодної уваги. Мало того, за «Інакшомислення» автори доповіді отримали суворі службові стягнення. [42]

Останні 10 років в Сасику склався власний режим водообміну: в квітні - червні зазвичай відбувається наповнення водосховища, оскільки рівень в Дунаї під час паводку вище, ніж в Сасику. У липні - серпні, при максимальному випаровуванні подача води з річки припиняється, і надалі, до грудня - січня, відбувається поступове зниження рівня. Щоб краще забезпечити роботу гідровузла біля Катранської коси і самопливний сток відпрацьованої води з Сасика в море, рівень води в лимані був піднятий на 0,6 м вище середнього. [42]

При цьому обсяг води в чаші водойми збільшився на 23 %, площа - всього на 2,5 %. Звичайно, вода стала стікати в море в міру наповнення лиману дунайської водою по каналу на гідровузлі. При середній глибині лиману 1,95 м величина 0,6 м – це одна третина глибини, яка допускає пропорційне зростання хвильової енергії на 30 %. До того ж зростає ефективність нагінних підвищень рівня води і встановлюється новий стан профілю динамічного рівноваги. Всі ці антропогенні зміни значно активізували процеси абразії кліфів, як це можна бачити на прикладі східного берега лиману. Свіжі і численні прибойні ніші, відсутність пляжу і делювіального осадового шлейфу свідчать на користь сильною гідрогенної переробки. У новому водосховище на зростання рівня зазвичай накладається вітрове наганяння підвищення рівня, що може скласти від 1,0 до 1,5 м вище ординара природного лиману. Тому даний антропогенний вплив призвів до активізації процесів абразії корінних берегів Сасика. У свою чергу, за цим послідувало посилення накопичення опадів в основному за рахунок підвищення вкладу пелітових, а не алеврито-піщаних фракцій, фактично припинилася подача еолових наносів в лиман. Однак, внутрішні акумулятивні форми (в основному коси) стали розмиватися, скорочуватися в розмірах, а Катранська взагалі перестала існувати. Отже, до гідрогенних наслідків антропогенного перетворення Сасика додалися літодинамічні. [43, 44]

Третя ланка антропогенного перетворення даної водойми полягає в перекачуванні прісної води з Дунаю, потужний приплив прісної води, який порушив водний режим Сасика докорінно в умовах відторгнення від моря. Дунайська вода стала вносити від 56 до 87 % всієї води в складі прибуткових елементів водного балансу. Відповідно, в чисельному вираженні вийшло від 480,4 до 1258,5 млн. м<sup>3</sup> протягом окремих років, або від 110 до 288 % від всього обсягу води в природному лимані Сасик. [43]

Значить, в окремі роки в новому водосховищі вода змінювалася повністю від одного до трьох разів щорічно. І хоча проектувальники були впевнені, що цього достатньо для розсолення лиману, однак, цілі своєї вони не досягли. У той же час внесок атмосферних опадів в насичення водосховища водою в загальному дещо зріс, хоча і залишився в рамках до 1978 р.: раніше перетворень 3,1 - 10,4 % і після них 3,44 - 10,40 %. [43]

Абсолютна кількість води знизилася з 93,6 млн. До 71,5 млн. м<sup>3</sup>/рік. [43]

Практично не змінилося загальне надходження прісної води зі стоком річок Когильник і Сарата: в стадії лиману воно склало 6 – 19 %, а в стадії водосховища 5,7 - 19,0 % при тому, що абсолютне надходження води в лиман склало в середньому 69,8 млн. м<sup>3</sup>/рік, а в водосховище в середньому 113,6 млн. м<sup>3</sup>/рік. [44]

Тому внесок річкового стоку в стадії водосховища виявився майже в 2 рази більше. Справа в тому, що у Когильника і Сарати підвищеною є мінералізація (до 2,0 - 2,5 г/дм<sup>3</sup>), а тому істотне зростання кількості річкової води одночасно означає істотне зростання мінералізації води у водосховищі після початкового періоду опріснення. [44]

Загалом, планувалося, що в Сасикське водосховище буде приходити щорічно від 684,8 до 1441,8 млн. м<sup>3</sup>, тобто в 1,6 - 3,3 рази більше за все об'єму води в чаші лиману Сасик. Тому джерела прісної води зайняли абсолютно керівну посаду, змінився водний баланс і це виявилось ще одним елементом антропогенного перетворення природної системи Сасика. Вийшло так, що антропогенний вплив призвів до постійного поповненню Сухого лиману

солonoю водою з моря, а ось Сасик став поповнюватися прісною водою з Дунаю. Разом зі змінами рельєфу та глибин, очевидно, що повинна була змінитися флора і фауна, що стало ще одним елементом зміни «рукотворного» водосховища Сасик. [45]

Четверта ланка зміни природної системи лиману вказує на зміни сольового балансу. Надходження солей у водосховищі Сасик відбувається разом з водою з Дунаю (26,7 %), з атмосферними опадами (1,03 %), з річковою водою з когильник і Сарати (26,4 %). Що ж стосується надходжень з донних мулистих відкладень і ґрунтових вод, то вони в сумі дають 37,6 % солей, тобто більше, ніж будь-який інший елемент сольового балансу. Як інтенсивно, довго і безперервно буде діяти це джерело солей, - неясно, ніяких більш-менш надійних і достовірних результатів не уявлялося. Проте, ще на ранній стадії водосховища Сасик в 1984 р. за даними некондиційної гідрологічної зйомки були визначені значення мінералізації, мабуть, в поверхневому горизонті водної товщі і в умовах лавинного приходу прісної дунайської води. [45]

Зміни мінералізації води є п'ятою ланкою антропогенного перетворення Сасика. Дослідження показали, що на акваторії водосховища, після кардинального перетворення лиману Сасик, швидко знизилася мінералізація води. Під впливом промивання прісною водою з Дунаю значення солоності від 20 - 23 г/дм<sup>3</sup> зменшилися в середині 80-х рр. до 0,46 - 2,19 г/дм<sup>3</sup>. [46]

Середнє, за даними випробування на 40 станціях, було рівним 1,169 г/дм<sup>3</sup> вже в 1984 р. виходить, що різниця між середнім і максимальним становить 1,021 г/дм<sup>3</sup>, а між середнім і мінімальним 0,709 г/дм<sup>3</sup>, тобто майже в 1,5 разів більше. Це показує, що відхилення можуть бути значними і мінералізація відрізняється істотно у міру переходу від однієї ділянки акваторії до іншої, але саме максимум утворює з середньою найбільшу величину. Зазвичай це вказує на відносну однорідність значень мінералізації води у водосховищі, в відміну від значно більш значущою різницею від місця до місця акваторії. Як можна бачити, близько 65% площі лиману зайнято значеннями мінералізації 1,0- 1,25 г/дм<sup>3</sup>. [46]

З усіх станцій тільки 14 (35 %) показали в 1984 р. мінералізацію вище середнього, а значна більшість (26 станцій, або 65 %) були менше середнього значення. [46]

Це були обнадійливі результати, що показують інтенсивне опріснення лимановою води в умовах лавинного закачування дунайської води в Сасик. [46]

Але в подальшому підвищені значення мінералізації і сольовий склад виявилися такими, які робили занадто обмеженим застосування опріснення води через несподівано сильного припливу солей з дна, з ґрунтових вод, з річок і зони берегового регулювання: 65 – 70 % сольовий маси. На початку ХХІ ст. значення мінералізації становили від 1,3 до 2,7 г/дм<sup>3</sup>. [47]

Ось чому І.Т.Русев, підбиваючи підсумок результатами процесу опріснення Сасика, робить висновок, що в Сасику: «... вода не була придатна для зрошення і не відповідає навіть тодішнім нормам». І далі зазначив, що під впливом досвідчених поливів «... навколишні поля настільки змінилися, що їх неможливо стало нормально обробляти і вирощувати на них сільськогосподарську продукцію. Через багато грубих помилок на поля подавалася вода з високим вмістом солей, в результаті чого орний шар ґрунтів деградував і втратив колишню структуру, а врожайність стала в два рази нижче проектної та навіть нижче, ніж на богарних землях». [47]

Тому робимо реальне припущення, що формування води підвищеної солоності і її загальної непридатності для поливу чорноземів півдня Україна пов'язане саме з підвищеним приходом розчинів з потужною товщі донних мулів Сасика і з підземних вод, особливо, якщо врахувати, що наповнення водосховища опріснення дунайської води істотно посилює гідрохімічний градієнт на поверхні розділу «дно - вода». [47]

Шоста ланка антропогенної зміни водойми полягає у встановленні проточного режиму на акваторії в лимані Сасик, що позначилося на трасах і швидкостях течій. У проточному режимі водосховище приймає в себе дунайську воду по каналу, що вирішальним чином тут же впливає на

мінералізацію води, а потім скидається вже Сасикське прісна вода по гідровузлах в сусідній Джентшейский лиман і в море. [48]

Тому в умовах трохи більше високого рівня води змінилася циркуляція води, що спричинило за собою відповідний режим розподілу течій в водосховище. Звичайно, принципово інших змін не виявляється, але певний інтерес представляє розподіл води з Дунаю, яка розтікається по акваторії. Стислість періоду наповнення водосховища привів до дуже інтенсивної функції струмів дунайської води, вона може перевищувати 150 - 200 м<sup>3</sup>/с. Найчастіше вона буває  $\geq 50 - 100$  м<sup>3</sup>/с. Максимальна проточність відзначається при роботі на повну потужність всіх водорегулюючих споруд водосховища: каналу Дунай - Сасик (максимальна витрата близько 100 м<sup>3</sup>/с), гідровузол, скидних спорудження, станції зрошення. ізолінії функції повних потоків води в Сасику вказують на сумарне по глибині напрямом переміщення мас води, щільність ізоліній пропорційна інтенсивності цього переміщення. Посилення вітру не змінює загальну схему циркуляції, але прискорюється при цьому переміщення води. [48]

У проточному режимі прісна вода з Дунаю поширюється на південь до відчленовують дамби на колишньої пересипу і на північ до гирла когильник і Сарати під час дії північних і південних вітрів, охоплюючи при цьому не менше половини площі акваторії і стикаючись з усіма виходами з водосховища.

Звичайно ж, в даній ситуації прісна вода стикається з максимумом площі дна і максимально перемішує водну товщу. Тому зрозумілі високі темпи первинного розсолення. [49]

Але ось під час східних і західних вітрів прісна дунайська вода зачіпає менше десятої частини площі акваторії, та й то концентрується у вузькій смужці від каналу до водоскиду. У цій ситуації перемішують ефективність і зіткнення прісної води і дна дуже невеликі, мінімальні. Ось чому найбільш ефективний результат в процесі оновлення води у водосховищі досягається найсильнішою прокачуванням води Дунаю під час дії вітрів північних і південних напрямків.

Показово, що для розташування Сасика типовим є саме меридіональний вітрової перенесення. [49]

Сьомою ланкою в наслідках перетворення Сасика є незвичайна циркуляція води. Вона складається під впливом сильних вітрів, в умовах панівних північних напрямків. Ця схема підтвердилася моделюванням в Інституті гідробіології АН Української РСР як математичним, так і гідравлічним. Вона показала основний потік вздовж поздовжньої осі водосховища від гирла дунайського каналу до насосної станції 2 на північ від Шаганської коси. [49]

Північний вітер викликає значний нагон (до  $\geq 1$  м вище ординара) уздовж південного берега водосховища і перекиє рівня з гідравлічним градієнтом на північ, що активізує північний напрямок нагінних течій. одночасно в «Приморському» басейні водосховища утворюються дві слабо виражені вихори біля східного і західного берега. В результаті робимо три основні висновки:

а) водоскид гідровузла, зведений у коси Катранська, обраний нераціонально і не сприяє накопиченню прісної води у водосховищі;

б) найбільш ефективно розсоленням води у водосховищі буває під час найнижчого рівня з грудня по березень, коли діють сильні північні вітри;

в) розташування головного водоскиду з Сасик на новому місці на південь від Трапівка збільшив би перетікання між південним і північним басейнами водосховища майже в 10 разів у порівнянні з існуючим. [50]

Тоді оборот прісної води був незрівнянно інтенсивніше, що, цілком ймовірно, могло б зробити Сасик джерелом більш-менш нормальної води для поливу. [50]

Восьме ланка антропогенних змін торкнулося особливостей ряду характеристик зважених наносів в даній водоймі. Згідно з даними, каламутність води в перетвореному Сасику формують п'ять найголовніших чинників:

а) надходження наносів з дунайської водою (в середньому  $\approx 130$  тис. т/рік);

б) стік поверхневих вод, перш за все річок Сарата і Когильник (в середньому  $\approx 20$  тис. т/рік);

в) абразія кліфів і Бенч (в середньому  $\approx 45$  тис. т/рік);

г) біогенний знесення, в основному стулки раковин молюсків ( $\approx 5$  тис. т/рік);

д) змулення донних наносів не додатковим джерелом наносів, але він впливає на концентрацію суспензій у водній товщі водосховища. [50]

Отже, головним елементом виявився стік річкових наносів з Дунаю (65 %), чого не було до антропогенного втручання. Різко збільшилося надходження осадового матеріалу, в основному за рахунок річкового і біогенного факторів. В інших ж «закритих водоймах» (лимани Будацький, Бурнас, Алібей, Шагани) значення річкового фактора несуттєво, тоді як в Сасикському водосховищі він є керівним. У новій якості підвищену масу наносів в водоймі поставляє біогенний фактор, принаймні - до 2005 року, що також не було притаманним лиману Сасик в природному стані. [50]

У процесі досліджень виявилось, що одним з основних чинників нерівномірного розподілу температури води по площі акваторії і по глибині є переміщення води, тобто система течій. Про це дають вельми повне уявлення розрахунки методом повних потоків, виявляється можливим наочно побачити цю схему. Застосування методу для зіставлення схем циркуляції і розподілу температуриводи має важливе практичне значення, особливо при оцінках теплового балансу, розвитку планктону, стану донної рослинності та ін. Дуже важливо загальне уявлення про розподіл по акваторії мас води з різними тепловими показниками. Зокрема, зіставлення схем циркуляції вод і розподіл температури води у водосховищі Сасик показало, що температурні аномалії відповідають системам квазіциркуляцій - з функціями струмів води до  $150 - 160 \text{ м}^3/\text{с}$ . У зоні антициклональних циркуляцій тепліша вода концентрується в основному в поверхневих шарах, а в циклональна - навпаки. При дії вітрових течій ця закономірність витримується набагато чіткіше, ніж при дії дрейфовий течій. Також бувають ситуації, особливо під час дії вітрів в широтних або субширотних напрямках, дана закономірність стає нечіткою. [51, 52]

Звичайно, антропогенна перебудова лиману Сасик в водосховище Сасик призвело не тільки до тут розглянутим і оціненим змін лимановою природної



системи. Мабуть, можна було проаналізувати і інші зміни, наприклад, гідробіологічне або алювіальних ланки цієї системи. Але вони, як і багато інших, досліджені раніше іншими авторами, а тому приймаємо їх результати і висновки, а при необхідності відсилаємо до цих бібліографічних джерел. Набагато більше важливе практичне значення має оцінка динамічної складової самоочистного потенціалу водосховища, вона забезпечується рухливістю води і швидкостями переміщення на різних горизонтах і в різних частинах акваторії. В даному випадку широкі можливості відкриваються при чисельному і гідравлічному моделюванні течій. [52]

Застосовуючи результати розрахунків течій методом повних потоків, В.М.Тімченко районуваних акваторію даного водосховища, що виник на місці лиману Сасик. [52]

Якщо Сухий лиман був перетворений шляхом масштабного з'єднання його з морем, насичення лиману морською солонуватою водою, то Сасик був відчленований від моря дамбою, став насичуватися прісною річковою водою по каналу з Дунаю, а істотне підвищення рівня води (на 0,6 м вище ординара) привело не тільки до гідрохімічними і динамічних змін, але такожі до активізації процесів абразії Кліфа і Бенча, до розмиву частини песчаноракушечних кіс. До того ж з'єднання з Дунаєм змінило склад флори і фауни, змінило біологічну масу і біопродуктивність в Сасику, оскільки панівне становище зайняли дунайські види. Скоротилася біологічна складова надходження наносів на акваторії водосховища. Збільшилася площа плавнів в гирлах Когильник і Сарати. [51]

### **3.3 Гідрохімічні умови Григорівського лиману**

До початку 1970-х років Григорівський лиман мав обмежений зв'язок з морем, в той період пересип прорізала глибоководним судноплавним каналом.

На західному березі почалося будівництво Одеського припортового заводу, орієнтованого на експорт аміаку і азотних добрив, а на східному - порту Південний, який після виходу на проектну потужність нафтового терміналу стане найбільшим по вантажообігу портом України. В даний час велика частина акваторії лиману штучно поглиблена - середня глибина сягала 7,7 м. Вздовж майже всього лиману прокладений судноплавний канал глибиною 14 - 17 м і шириною по дну 160-200 м. При максимальній ширині лиману трохи більше 1 км і вітрах уздовж нього такий канал забезпечує хороший водообмін з морем. Фактично лиман перетворений в морську затоку. [53]

Соленосний режим лиману визначається вітром і надходженням вод з Дніпровсько-Бузького лиману. Коли ці води надходять в лиман, в ньому встановлюється двошарово-галинна структура: у верхньому шарі товщиною 3-5 м солоність становить 7-8, в придонному - 16-17 ‰. [53]

Радикальна зміна природних умов і потужний антропогенний вплив (перевантаження хімікатів, днопоглиблювальні роботи) привели до збільшення змісту БР і евтрофікації. В кінці 1970-х років рівень БР в лимані був в 2-3 рази вище, ніж в цсчом для ПЗЧМ. Так, середнє значення фосфатів становило 0,065 мг/дм<sup>3</sup> при діапазоні 0,048-0,200, амонійного азоту - 0,504 мг/дм<sup>3</sup> при діапазоні 0,020-1,876. [54]

Активізація продукційних процесів, пов'язана з високим рівнем БВ в воді лиману, викликала збільшення вмісту розчиненого кисню і органічних речовин в екосистемі. У цей період вміст кисню в поверхневому шарі лиману становило 8,0-16,0 мг/дм<sup>3</sup> (насичення 95 – 180 ‰), азоту органічного - 0,340-3,00 (середнє значення - 0,864 мг/дм<sup>3</sup>). [54]

У придонному шарі влітку і восени неодноразово відзначали дефіцит кисню (0,80-1,10 мг/дм<sup>3</sup> при насиченні 10,0-15,0 ‰). зони гіпоксії фіксували як в мілководній, Кутовий частини лиману, так і в глибоководній, фронтальній, пов'язаній судноплавним каналом з відкритим морем. [54]

Багаторічні (1987-2003) спостереження дозволяють виділити кілька періодів розвитку процесу евтрофікації вод лиману. Період 1987-1995 рр.

характеризувався активізацією продукційних процесів, різким зниженням концентрацій мінеральних сполук азоту і фосфору. У 1996-2000 рр. зменшилася концентрація біогенних речовин (фосфатів, мінеральних форм азоту) і збільшився вміст розчинених органічних сполук - продуктів життєдіяльності гідробіонтів. [54]

Так, в порівнянні з попереднім періодом, зміст органічного азоту і органічної речовини (по ПО) помітно зростає. Сезонні спостереження 2001-2003 рр. показали, що в воді лиману посилюється розвиток продукційних процесів: збільшився вміст розчиненого кисню, збільшився рН, зменшилися межі коливань вмісту біогенних речовин. Максимальні значення кисню- 15,7 мг/дм<sup>3</sup> (189,1 % насичення), рН - 9,12, в поверхневому шарі лиману влітку відповідали значенням, раніше спостережуваних в ПЗЧМ в зонах «цвітіння» води. Скоротилися площі ділянок з дефіцитом кисню в придонному шарі. знизилася концентрація розчиненої органічної речовини (по ПО) до рівня значень 1970-х років (0,87-2,89 мг/дм<sup>3</sup>). На сучасному етапі розвитку евтрофікації вод лиману вміст азоту органічного, непрямого показника продуктивності вод, досягло максимальних значень за весь період спостережень, в 3 рази перевищують раніше зафіксовані в північно-західній частині моря. [54]

Евтрофування вод лиману і інтенсивний розвиток продукційних процесів призвело до накопичення в донних відкладеннях значної кількості органічної речовини і продуктів його мінералізації - ортофосфатів, амонійного азоту, нітритів, нітратів, кремнію, зміст яких в десятки разів перевищує такі у водній товщі (табл. 3.3). [55]

Таблиця 3.3 - Гідрохімічні показники Малого Аджаликського (Григорівського) лиману у 1987-2003 р.р. (Інститут морської біології НАНУ)

Показник, інгредієнт	Період, р.р.		
	1987-1995	1995-2000	2000-2003
Соленість, ‰	6,1-18,2	6,6-18,8	11,8-18,3
	15,1	5,7	15,3
Кисень, мг/дм <sup>-3</sup>	0-13,7	2,6-10,3	6,0-15,7
	8,5	7,4	9,4
Кисень, % насичення	10,0-158,6	27,3-103,6	60,9-189,1
	84,0	76,8	99,7
рН	7,50-9,05	8,22-8,76	7,81-9,12
	8,37	8,45	8,31
, мг/дм <sup>-3</sup>	0,003-0,172	0,003-0,041	0,002-0,080
	0,031	0,011	0,021
P <sub>орг</sub> , мг/дм <sup>-3</sup>	0-0,926	0-0,581	0,001-0,106
	0,035	0,026	0,016
, мг/дм <sup>-3</sup>	0,02-2,270	0,003-0,110	0,004-0,316
	0,096	0,023	0,025
NO <sup>-</sup> <sub>2</sub> , мг/дм <sup>-3</sup>	0-0,087	0-0,152	0-0,021
	0,007	0,007	0,004
NO <sup>-</sup> <sub>3</sub> , мг/дм <sup>-3</sup>	0-0,436	0-0,086	0-0,164
	0,034	0,026	0,018
N <sub>орг</sub> , мг/дм <sup>-3</sup>	0,140-3,000	0,130-2,140	0,174-5,790
	0,687	1,234	1,400
ПО, мг О/дм <sup>-3</sup>	2,6-10,9	3,0-42,7	1,0-4,1
	5,9	6,4	2,9

Примітка: зверху – діапазон, знизу – середнє значення.

Зміст мінеральних форм азоту в поровій воді донних відкладень служить показником окислювальних або відновних процесівдеструкції органічної речовини. Так, в присутності кисню утворюються нітрати (нітрифікація), в відновних умовах – амонійний азот (аммоніфікація). Багаторічна мінливість змісту мінеральних форм азоту в поровій воді донних відкладень свідчить про переважання в 1992-1997 рр. відновних процесів. У 2000- 2003 рр. намітилася тенденція до посилення окислювальних процесів, що обумовлено поліпшенням кисневого режиму в придонному шарі лиману. [55]

Цей період характеризується зниженням вмісту органічної речовини, значним зменшенням концентрації фосфатів і амонійного азоту (в 6-8 разів у порівнянні з 1992-1995 рр.), зростанням концентрації нітратів. [55]

Аналогічні процеси відзначалися в Азовському і Балтійському морях (Мартинова, 1983, 1984; Александрова, 1975), де негативні наслідки процесу евтрофікації проявилися раніше. [55]

Сезонна мінливість сполук азоту, фосфору і кремнію в донних відкладеннях характеризується збільшенням їх змісту від весни до осені, що пов'язано з накопиченням і деструкцією автохтонного і аллохтонного органічної речовини. [56]

Вивчення розподілу чисельності сапрофітних і кишкових бактерій у водній товщі і донних відкладеннях лиману за період 1993-1996 рр. показало (Теплинская, Шурова, 1993а-в), що в теплу пору року (з травня по вересень) їх кількість коливається: в поверхневому шарі води в межах відповідно 2550-28 700 і 100-600 кл·мл<sup>-1</sup>; в придонному шарі - 16 200-30 000 і 6650-11 000 кл·мл<sup>-1</sup>; в донних відкладеннях - 66 900-3 665 000 і 42 000-119 000 кл·г<sup>-1</sup>. [56]

Середня чисельність автохтонних і алохтонних бактерій становить: в поверхневому шарі відповідно 14 170 і 280 кл·мл<sup>-1</sup>; придонному - 23 000 і 9200 кл·мл<sup>-1</sup>; в ґрунтах посилення - 1 654 000 і 97 600 кл·г<sup>-1</sup>. [56]

Велика кількість бактерій у дна в середньому вище, ніж в поверхневому шарі води: для сапрофітов в 1,7 рази, БГКП - майже в 33 рази. У донних відкладеннях абсолютний максимум сапрофітних і кишкових бактерій був характерний для верхів'я лиману. Показник достатку сапрофітного бактеріобентоса різко знижувався в центральній частини лиману, в пониззі - знову зростав. При цьому бактеріальне забруднення ґрунтів поступово знижувався від верхів'я до пониззя. [57]

На прибережних станціях велика кількість бактерій в поверхневому шарі води і ґрунтах було постійно вище, ніж у відкритій акваторії. У вересні 2001 р найбільша чисельність сапрофітов і БГКП, як у воді, так і ґрунті, відповідала станції біля піщаного кар'єра і біля верхньої межі ОПЗ. У листопаді 2001 р

найбільше бактеріальне забруднення в поверхневому шарі було виявлено поблизу вугільного причалу, в придонному шарі - в місці випуску стічних вод ОПЗ в море, в донних відкладеннях - біля входу в лиман і гирлової зони. У порівнянні з осіннім періодом 1993-1998 рр., До осені 2001 р. відбулося збільшення чисельності як сапрофітів, так і БГКП, особливо відчутне в донних відкладеннях центрального і приустьєвих ділянок лиману. [57]

В результаті оцінки якості вод за мікробіологічними показниками цю водойму можна характеризувати як еволітрофний, А'-мезосапробні район з перевищенням допустимої норми К-І в середньому в 474 рази. [57]

Продукційні процеси Малого Аджалицького лиману характеризуються високою мінливістю внаслідок активного гідродинамічного режиму вільного водообміну з морем. Тут розвиваються процеси, характерні для суміжної акваторії моря, проте їх інтенсивність вище, ніж в морі. Валова первинна продукція, зареєстрована в літній період, змінювалася від 0,28 до 3,67 мг·дм<sup>3</sup>·доб., формування органічної речовини в лимані триває з високою ефективністю до кінця осені. Так, наприкінці листопада 2003 р. при температурі поверхневого шару 6,3 - 6,6 С° продукція варіювала в інтервалі 0,11 - 1,20 мг·дм<sup>3</sup>·доб. [57, 58]

При цьому в шарі активного фотосинтезу вона перевершувала деструкцію. [58]

### 3.4 Гідрохімічні умови Сухого лиману

До 1950-х років Сухий лиман відділяла від моря піщана пересип, іноді проривається штормовим хвилюванням. У грудні 1957 р. земснарядом в пересипу була зроблена прорізь, на берегах і акваторії лиману почалося будівництво портово-промислового комплексу, який нині включає в себе

торговий і рибний порти, судноремонтний завод, спорудження поромної переправи і кілька промислових підприємств (Абрамян, 1993). [59]

Лиман з'єднаний з морем судноплавним каналом протяжністю 1,2 км і шириною більше 100 м. Від хвилювання і наносів його захищають два висунутих в море молу (лиман-гирлові комплекси ..., 1988). Лиман перетворився в затоку, гідрологічні характеристики якого мало відрізняються від характеристик прилеглої частини моря. Водний баланс лиману, позбавленого поверхневих джерел прісної води, складають опади, випаровування і водообмін з морем. У суворі зими на акваторії лиману з'являється лід, Але в зв'язку з інтенсивним рухом судовон не утворює суцільного покриву. [59]

В даний час гідрохімічні умови лиману наближені до режиму, характерному для прибережних районів ПЗЧМ. Так, в 1970 1980-х роках в придонному шарі лиману фіксували зниження вмісту розчиненого кисню до 1,0-2,0 мг/дм<sup>3</sup>. [60]

Придонна гіпоксія була наслідком як накопичення органічної речовини в умовах інтенсивного антропогенного навантаження і «цвітіння» води, так і надходження морських вод з низьким вмістом кисню. [60]

За гідрохімічними показниками акваторію лиману можна умовно розділити на три ділянки: верхів'ї, центральна частина і гирло. верхів'я - невеликі прісноводні водойми, відділені від основної частини лиману дамбою; центральна частина - зона максимальної антропогенного навантаження; в гирлі гідрохімічний режим близький до такого прилеглої ділянки моря (табл. 3.4). У досліджуваний період для центральної частини лиману відзначений більший діапазон мінливості основних показників якості водного середовища. [60]

Таблиця 3.4 - Зміна гідрохімічних показників на різних ділянках Сухого лиману в 2001-2002 р.р. (Синегуб, 2005)

Показник	Гирло	Центральна частина
Соленість, ‰	16,03-17,35	5,28-18,06
O <sub>2</sub> , мг·дм <sup>-3</sup>	7,96-9,78	3,63-9,54
O <sub>2</sub> , % насичення	89,00-97,73	43,76-136,20
pH	8,39-8,49	8,18-9,19

Навесні і влітку, як і в 1980-1990-х роках, в поверхневому шарі за все лиману і його вузької прибережній зоні відзначалися високі значення вмісту кисню і величини pH, що вказує на активний розвиток фотосинтетических процесів. На глибині 7-15 м в районі судноплавного каналу переважали деструкційні процеси. У ряді випадків деструкція тут в 4 рази перевершує продукцію. Однак в результаті хорошого водообміну з морем насичення води киснем близько до 100 % (табл. 3.5). [61]

Таблиця 3.5 - Сезонні зміни гідрохімічних показників у верхньому шарі центральної частини Сухого лиману в 2001-2002 р.р. (Синегуб, 2005)

Місяць	O <sub>2</sub>		pH	Мг·дм <sup>-3</sup>		
	Мг·дм <sup>-3</sup>	% насичення				
Березень	8,0-10,6	95,4-141,2	8,18-8,57	0,075-0,295	0-0,010	0,190-1,000
Квітень	8,2-10,7	95,0-135,1	8,20-8,60	0,012-0,032	0-0,011	0,058-0,215
Травень	7,1-9,1	110,1-143,2	8,51-8,73	0,086-0,102	-	0,489-1,380
Червень	6,7-9,0	107,0-144,0	8,52-8,76	0,007-0,029	0-0,021	0,010-0,090
Липень	6,1-8,9	104,9-120,5	8,30-8,71	0,023-0,300	0,005-0,010	0,006-0,200
Серпень	4,7-6,4	88,5-111,3	8,16-8,60	0,013-0,052	0-0,015	0,006-0,032



Про розвиток процесів евтрофікації свідчить високий рівень розчинених органічних речовин – збільшилася нижнє значення діапазону ПО (табл. 3.6). [61]

Табл. 3.6 - Зміна гідрохімічних показників у воді Сухого лиману (Синегуб, 2005)

Інгредієнт (мг·дм <sup>-3</sup> ), показник	1991-1993	2001-2003
	0-0,050	0-0,178
P <sub>орг</sub>	0,025-0,081	0,002-0,143
	0,006-0,550	0,004-0,224
	0-0,013	0,001-0,005
	0,006-0,245	0,003-0,113
N <sub>орг</sub>	0,022-1,400	1,520-3,190
	0,441-0,646	0,442-3,893
ПО, мгО·дм <sup>-3</sup>	1,77-6,09	3,73-6,29

Їх склад служить показником процесів, що протікають як у водній товщі, так і в донних відкладеннях, зменшення концентрацій мінеральних сполук азоту і кремнію вказує на зниження швидкості окислення органічної речовини. Наявність в порових водах нітратів свідчить про розвиток в донних відкладеннях окислювальних процесів, а амонійного азоту – про процесах амоніфікації при мінералізації органічної речовини. [62]

У поровой воді донних відкладень відзначено накопичення фосфору органічного (Більш ніж в 3 рази), азоту органічного і органічної речовини (По ПО) - майже в 2 рази. Зростання значень цих показників вказує на активний розвиток в воді лиману продукційних процесів, в результаті яких утворюється органічна речовина. на сучасному етапі розвитку евтрофікації донні відкладення лиману грають важливу роль в збагаченні вод біогенними речовинами. [62]

У вересні 2002 р. чисельність сапрофітних і кишкових бактерій в лимані становила в середньому для поверхневого шару води відповідно 7500 і 150 кл·мл<sup>-1</sup>, придонного - 2720 і 55 кл·мл<sup>-1</sup>, донних відкладень- 50 000 і 35 000 кл·г<sup>-1</sup>. [62]

У верхів'ї лиману кількість сапрофітних бактерій було в 2,5 рази нижче. Найбільше бактеріальне забруднення спостерігалось у верхів'ї, в пониззі кількість БГКП було в 18 разів нижче. [63]

У червні 2003 р. кількість сапрофітних бактерій у відкритій акваторії лиману становило в середньому в поверхневому шарі води 3625 кл·мл<sup>-1</sup>, придонному - 8175 кл·мл<sup>-1</sup>, донних відкладеннях - 140 000 кл·г<sup>-1</sup>, а БГКП відповідно 65 і 25 кл·г<sup>-1</sup>. [63]

Максимальна кількість сапрофітних і кишкових бактерій було виявлено у верхів'ї лиману. На берегових станціях середня чисельність сапрофітів в воді дорівнювала 16 730 кл·мл<sup>-1</sup>, в ґрунті - 2 008 830 кл·г<sup>-1</sup>, А БГКП - 75 кл·мл<sup>-1</sup> при повній відсутності їх в донних відкладеннях. [63]

Якщо порівнювати велика кількість мікроорганізмів в лимані в період досліджень 2002-2003 рр. з таким в 1993 р. (Теплинская, 1996), то стає очевидним, що в даний час кількість сапрофітних бактерій зменшилася: у водній товщі - в 4,1, донних відкладеннях - в 6,5 рази, а кількість БГКП, навпаки, збільшилася: у воді - в 2,1, ґрунті - в 35 разів. [64]

Оцінка еколого-санітарного стану Сухого лиману за мікробіологічними показниками дозволяє віднести його до мезотрофний, р-мезосапробні району з перевищенням норми К-І в 7,4 рази. [64]

Аналіз даних про первинної продукції фітопланктону лиману і прилеглої зони моря свідчить про перевищення цієї величини в лимані над аналогічним показником в море протягом усього року. [65]

У поверхневому шарі лиману індекс А/В майже завжди більше одиниці. [65]

На великій глибині (від 7 до 15 м) в судноплавної частини лиману утворюються горизонти з переважанням деструкційних процесів над

продукційними (до 4 разів). Проте загальний кисневий режим залишається сприятливим, що, по всій видимості, є наслідок сприятливого гідродинамічного режиму. [65]

Вивчення пігментного складу фітопланктону лиману проводилося в період 1998-2003 рр. Середньорічна концентрація хлорофілу «а» для лиману склала  $2,74 \text{ мг/м}^3$ , максимальна (до  $16,7 \text{ мг/м}^3$ ). [65]

Відзначалася в пізновесняний період в північній частині лиману. В цей же час тут зафіксована і максимальна концентрація хлорофілу «в». Двовершинний характер сезонної динаміки концентрації хлорофілу «а» в фітопланктоні лиману аналогічний такому для межує з лиманом частини моря (Руснак, 2001), причому в лимані ця концентрація в 1,5-3 рази вище, ніж в морі. У літній період в лимані відзначається висока концентрація хлорофілу «в», обумовлена розвитком зелених і евгленових водоростей. [65]

Інтенсивність фотосинтетических процесів загасає до зими, досягаючи мінімальних значень. [65]

В лимані виявлено 113 (123) видів і внутрішньовидових таксонів мікродоростей, включаючи ті, які містять номенклатурний тип виду: дінофітових - 41 (43), діатомових - 36 (41), синьо-зелених 11 (14), зелених - 10 (10), золотистих - 9 (9), евгленових - 4 (4), кріптофітових - 25-6-632 (2). Особливість структури екологічних угруповань фітопланктону в лимані - значна кількість морських форм – 65 %, частка солоноватоводних видів становить 16,5, прісноводних - 11, прісноводних-солоноватоводних – 7 %. У південній і центральній частинах лиману кількість морських видів вище, ніж в північній, де спостерігається масовий розвиток евгленові (*Euglena viridis*) та зелених (*Ankistrodesmus*, *Scenedesmus*) водоростей. Чисельність фітопланктону коливається від 0,1 до 4,6 і становить в середньому  $1,9 \times 10^6 \text{ кл} \cdot \text{л}^{-1}$ . [66]

Біомаса змінюється від 0,6 до 20,1 при середній величиною  $8,0 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$ . [66]

У літньо-осінній період для лиману характерно «цвітіння» води. Так, в червні 2001 р чисельність *Prorocentrum cordatum* склала  $3,3 \text{ кл} \cdot \text{л}^{-1}$ , Біомаса -  $16,7 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$ , тобто 93% біомаси всіх дінофітових водоростей. У південній частині

лиману масовим був також *Gymnodinium sanguineum* (численність- 17,1 кл·л<sup>4</sup>; біомаса- 1,4 г·м<sup>-3</sup>), який в останні роки часто викликає «цвітіння» води в море (Теренько, Курилов, 2001). [66]

В лимані ідентифіковано 37 видів інфузорій, характерних також для ПЗЧМ. У прісноводної частини (верхів'я) лиману виявлено 1 вид (прісноводний - *Strombidium viridae*). У центральній частині і в пониззі перевалюють морські пелагичні види – *Strombidinopsis cheshiri*, *Strombidium lagenula*, *Tiarina fusus*, *Pelagostrobilidium spirale*, різні голофріди, а також тінтиніди - *Favella ehrenbergii* (включаючи форму *Coxiella*), *Eutintinnus lususundae*, *Metacylis mediterranea*, в харчуванні яких переважають дінофлагелляти, що добре узгоджується з високими показниками чисельності перідіней в фітопланктоні. Домінують інфузорії середніх і великих розмірів; при відносно невисокій чисельності (2,2 - 26,9 млн прим·м<sup>-3</sup>) вони дають високу біомасу - 57,7 - 199,2 мг·м<sup>-3</sup>. [66]

Середні показники чисельності і біомаси за річний період 2001-2002 рр. в середньому по лиману (морська частина) склали  $3,27 \pm 1,66$  млн прим·м<sup>-3</sup> і  $113,23 \pm 49,82$  мг·м<sup>-3</sup> відповідно. Середньодобова продукція -  $106,97 \pm 43,5$  мг·м<sup>-3</sup>·доб<sup>4</sup>. [66]

Видове багатство і різноманітність інфузорій вище в прибережних ділянках, чисельність і біомаса - в поверхневому шарі. [67]

Серед морських лиманів Північно-Західного Причорномор'я зоопланктон Сухого лиману найменш вивчений. У літературі є лише деякі фрагментарні відомості про окремих представників пелагіали (Шманкевіч, 1873; Лосовський, 1969). [68]

Результати цих досліджень, виконаних в різні сезони 1967- 1974 рр., лягли в основу робіт Л.Г. Коваль і співавторів (1977, 1978). У другий половині 1960-х років відбувалося поступове збагачення зоопланктону лиману морськими представниками. Якщо в 1967 році його видовий склад був бідною чорноморською фауною - 26 таксонів, то до кінця 1960-х років загальна

кількість таксонів зросло до 48. Середня біомаса зоопланктону лиману становила  $580 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ , а в 1970-1974 рр. вона зменшилася до  $140 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ . [68]

На початку 1970-х років уже не спостерігалось збагачення пелагічної фауни за рахунок проникнення нових морських видів. У ті роки відбувалася деградація масових видів, що пов'язувалося з антропогенним пресом на співтовариство зоопланктону ПЗЧМ, а також із забрудненням вод самого лиману внаслідок посилення експлуатації порту. [68]

У різні сезони 1990-х років (Поліщук, Настенко, 2002) в структурі зоопланктону відзначено 24 таксона різного рангу. [68]

Зникли види, які під впливом ряду антропогенних чинників, характерних для ПЗЧМ цього періоду, стали і для неї рідкісними або повністю випали зі спільноти. [68]

На початку 1990-х років розвиток зоопланктону знаходився на рівні початку 1970-х. Найбільша його кількість і біомаса відзначалися в літні місяці - відповідно  $73\,286 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$  і  $306,7 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ . [69]

До осені ці показники знижувалися ( $17\,965 \text{ екз} \cdot \text{м}^{-3}$  і  $65,54 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ ), а в ранній зимовий період досягали мінімальних значень ( $2178 \text{ прим} \cdot \text{м}^{-3}$  і  $22,54 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ ). [69]

Якщо в 1967-1974 рр. домінуючими видами були акарція і ночесветка, то в 1990-1993 рр. роль ночесветки значно зменшилася, а в усі сезони (і особливо влітку) зросла роль личинок вусоногих раків, чому сприяло наявність безлічі гідротехнічних споруд, на яких оселялися батьківські особини. У ті роки в співтоваристві зоопланктону лиману відбувалися такі ж зміни, як і в евтрофних ПЗЧМ: скорочення видового різноманіття, зміна ролі окремих видів. [69]

У вересні 2002 р. в структурі спільноти зоопланктону лиману були зареєстровані чорноморські вселенці – гребневики *Mnemiopsis leidyi* і *Beroe ovata*. При цьому розвиток *Beroe* була низькою, а *Mnemiopsis* - досить високим. Розподіл першого обмежувався тільки приморською ділянкою лиману, а другий займав всю портову акваторію, тобто від моря до понтонної переправи. На цій ж

акваторії масово розвивалася *Favella ehrenbergi* ( $56\,283$  екз·м<sup>-3</sup> і  $258,901$  мг·м<sup>-3</sup>). [70]

Середня чисельність зоопланктону становила  $679\,664$  прим·м<sup>-3</sup> (без гребневиків -  $679\,594$  прим·м<sup>-3</sup>), а біомаса -  $1669,59$  мг·м<sup>-3</sup> (без гребневиків -  $477,75$  мг·м<sup>-3</sup>). [70]

Найбільш високі показники щільності і біомаси зоопланктону лиману, як правило, відзначаються на ділянці, обмеженій островом Дамбовий - понтонною переправою, де зосереджені плавучі доки, заводські пірси, судноремонтний завод і багато інших гідротехнічних споруд. [70]

Спільними для всіх субстратів є 7 таксонів. [70]

Максимальна щільність пропагул в воді досягала  $83,48$  млн кл·м<sup>-3</sup>, біомаса -  $655$  мг·м<sup>-3</sup>, довжина гіф -  $208,8$  мг·м<sup>-3</sup>. [71]

У воді домінували види роду *Alternaria* з частотою зустрічальності  $9,8\%$  (максимальна щільність конідій -  $0,08$  млн. кл·м<sup>-3</sup>, біомаса -  $180$  мг·м<sup>-3</sup>) і морський вид *D. oraemaris* -  $7,1\%$  (відповідно до  $0,48$  млн. кл·м<sup>-3</sup> і до  $153$  мг·м<sup>-3</sup>). У піску щільність пропагул досягала  $111,52$  млн. кл·м<sup>-2</sup>, біомаса -  $4570,12$  мг·м<sup>-2</sup>, довжина міцелію -  $324,25$  м·м<sup>-2</sup> (найвищі значення серед лиманів). У ґрунті частота народження *D. oraemaris* була  $59\%$ , найбільша щільність конідій -  $0,56$  млн. кл·м<sup>-2</sup>, маса -  $17,80$  мг·м<sup>-2</sup>. [71]

За даними І.І. Погребняка (1965), в період 1950-1960-х років в Сухому лимані виростало 177 видів рослин, серед них синьо-зелених водоростей - 21 вид, зелених - 22, бурих - 6, червоних - 13 і квіткових - 5 видів. В даний час флористичний склад макрофітобентосу лиману характеризується наявністю в складі донної рослинності 38 видів багатоклітинних водоростей, а також квіткових макрофітів. Максимальною різноманітністю представлені водорості з відділу *Chlorophyta* - 16 видів. В інших відділах кількість видів водоростей розподілено таким чином: *Rhodophyta* - 8 видів; *Phaeophyta* - 4; *Cyanophyta* - 5; *Thalasssiophyta* - 5. Акваторію лиману можна розділити на три райони, що розрізняються функціональною активністю донної рослинності. [71]

Район від переправи до гирла характеризується максимальним рівнем антропогенної навантаженя, в рослинних комплексах переважають морська трава малий взморник - *Zostera noltii* (Cavol.) Nolte і зелені водорості - *Enteromorpha linza* (L.) J.Ag., *Cladophora albida* (Huds.) Kutz. проектне покриття *Z. noltii* становить 60 %, середня біомаса - 471,85 при максимумі -1238,40 г·м<sup>-2</sup>. [72]

Середня біомаса *E. linza* і *C. albida* становить відповідно 552,70 і 325,30 г·м<sup>-2</sup> при максимумі 1181,50 і 1103,30 г·м<sup>-2</sup> це функціональна активність зелених водоростей максимальна по порівняно з представниками інших відділів: на 1 м<sup>2</sup> дна розвивається 172,40 м<sup>2</sup> фотосинтезуючої поверхні *C. albida*, 112,7 м<sup>2</sup> - *C. clathrata* (Roth) Grev., 94 м<sup>2</sup> - *C. laetevirens* (Dillw.) Kiitz. В середньому в горизонті до 0,8 м на 1м<sup>2</sup> розвивається близько 67 м<sup>2</sup> фотосинтезуючої поверхні, що характеризує високий трофічний статус лиману. [72]

## 4 МАКРОЗООБЕНТОС ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

### 4.1 Макрозообентос Тилігульського лиману

У період 2001 - 2006 рр. на 59 станціях у час 12 експедицій Одеського філіалу Інституту біології південних морів НАН України були зібрані і оброблені проби макрозообентосу. Проби відбирали в східній частині лиману: від села Калинівка на півночі до автомобільного моста Одеса - Миколаїв на півдні. Найбільш повно була досліджена донна макрофауна мілководної прибережної зони з глибинами  $<1$  м, де виконані 45 станцій (76,3 % від загальної кількості), з них навесні (квітень-травень) виконані 7 станцій, а 38 - влітку (червень-вересень). В діапазоні глибин 1,3 - 13,0 м проби зібрані всього на 14 станціях. З них на весняний період припадає лише 1 станція, а решта 13 виконані влітку. [73]

Всього в лимані були зареєстровані 35 таксонів: черв'яків - 10, молюсків - 6, ракоподібних - 14, інших (личинок комах) - 5, в тому числі 34 таксонів - в прибережному мілководді лиману (глибина  $<1$  м), і 16 - на глибинах 1,3-13,0 м. Кількісні показники макрозообентосу на станціях варіювали в широких межах, що є наслідком ряду факторів, в тому числі і характеру донних відкладень і їх музичного розподілу. Так, в цілому по лиману (59 станцій) кількість таксонів на одній станції варіювало від 3 до 20, склавши в середньому 9; чисельність - від 350 до 77150 екз·м<sup>-2</sup> (середня - 18561 екз·м<sup>-2</sup>), біомаса - від 5 до 3274 г·м<sup>-2</sup> (середня - 352 г·м<sup>-2</sup>). [73]

У прибережному мілководді лиману кількість таксонів (34) і середня чисельність (20737 екз·м<sup>-2</sup>) бентоса були, відповідно, в 2,1 і 1,8 разів (16 таксонів, 11569 екз·м<sup>-2</sup>) вище, ніж на глибинах 1,3 - 13,0 м, а середня біомаса (218 і 784 г·м<sup>-2</sup>) - в 3,6 рази нижче. [74]



Основу чисельності (95,5 %) і біомаси (99,6 %) донної макрофауни лиману формували 29 таксонів (82,9 %) євригалінного морського комплексу. Солоновато-водна фауна була представлена 6 таксонами - понто-каспійських реліктом, бокоплавами *Pontogammarus maeoticus*, і личинками комах *Chironomus salinaris*, *Chironomus sp.*, *Clunio marinus*, *Cricitopus vitripennis*, *Eristalis sp.* [75]

Основу чисельності (90,3 %) і біомаси (98,3 %) донної макрофауни прибережного мілководдя лиману формували 10 таксонів, які по частоті ( $P \geq 50$  %) були віднесені до основних. До їх складу увійшли поліхети *Hediste diversicolor*, *Polydora cornuta*, молюски *Hydrobia acuta*, *Mytilaster lineatus*, *Cerastoderma glaucum*, *Abra ovata*, ракоподібні *Sphaeroma pulchellum*, *Idotea baltica basteri*, *Gammarus aequicauda*, личинки хірономід *Chironomus salinaris*. [75]

На глибинах 1,3 - 13,0 м основу чисельності (95,4 %) і біомаси (98,5 %) бентоса формували ті ж основні таксони, що і на мілководді, проте їх кількість зменшилася з 10 до 6, головним чином, за рахунок ракоподібних, що пояснюється напруженим газовим режимом в теплу пору року, в яке, власне, і були проведені всі зйомки. [76]

Серед основних таксономічних груп за чисельністю і біомасою домінували молюски, складаючи відповідно 67,7 % і 79,7 % на глибинах <1,0 м і 79,4 % і 98,4 % - на глибинах 1,3 - 13,0 м. [76]

Найбільш масовими як в окремих зонах, так і в цілому по лиману, були одні й ті ж види молюсків. Так, сумарна чисельність двох видів - *Hydrobia acuta* і *Mytilaster lineatus* - склала 59,4 % в прибережній мілководній зоні і 59,9 % в цілому по лиману; сумарна біомаса трьох видів - *Mytilaster lineatus*, *Cerastoderma glaucum*, *Abra ovata* - 71,1 % на мілководді і 85,2 % в цілому по лиману. В діапазоні глибин 1,3 - 13,0 м сумарна чисельність трьох таксонів - *Hydrobia acuta*, *Mytilaster lineatus*, *Abra ovata* - склала 78,6 %, сумарна біомаса двох таксонів - *Mytilaster lineatus* і *Abra ovata* - 96, 8 %. [77]

За якісним і розмірно-масовим складом майже весь макробоентос району дослідження, за винятком одиничних екземплярів *Cerastoderma glaucum* з довжиною раковини <20 мм, належить до кормового (для риб) бентосу. У прибережній зоні біомаса кормового компонента становила 99,1 % від середньої, а на глибинах 1,3 - 13,0 м – 100 %; в цілому по лиману - 99,6 %. [77]

Серед 6 основних трофічних груп, як на мілководді лиману, так і в цілому на його акваторії, за кількістю таксонів (відповідно 19 і 20) і чисельності (59,5 і 59,0 %) переважали детритофаги, а по біомасі (62,9 і 68,5 %) - сестонофагів. На глибинах 1,3 - 13,0 м кількість трофічних груп зменшилася з 6 до 4-х (випали фітофаги і поліфаги), але за кількістю таксонів (11) і чисельності (56,5 %) також домінували детритофаги, а по біомасі (73,5 %) - сестонофагів. Індекс одноманітності харчової структури склав в прибережній зоні 0,37, на глибинах 1,3 - 13,0 м - 0,48, а в цілому по району дослідження - 0,45. [78]

Кількість таксонів інфауни кілька перевищує кількість таксонів епіфауни; за чисельністю і біомасою переважали безхребетні епіфауни. Так, на глибинах <1 м сумарна частка епіфауни становила 79,0 % чисельності та 61,4 % біомаси; на глибинах 1,3 - 13,0 м - відповідно 64,6 і 73,3 %; в цілому по лиману - 76,9 і 67,7 %. [78]

Незважаючи на наявність в лимані жорстких субстратів, зареєстрований лише один сессильний вид - *Mytilaster lineatus*. За чисельністю домінували вагільні гідробіонти, складаючи на мілководді 80,2 %, на глибинах 1,3 - 13,0 м - 59,2 %, в цілому по лиману - 77,1 %. За біомасі (59,0 %) на мілководді переважали вагільні безхребетні, на глибинах 1,3 - 13,0 м і в цілому по лиману - сессильні (відповідно 72,5 і 57,6 %). [78]

Зареєстровано три інвазивних виду, які вперше в Чорному морі були виявлені порівняно недавно: краб *Rhithropanopeus harrisi tridentata* (Maitland) - в Дніпро-Бузькому лимані в 1937 р, полихета *Polydora cornuta* - в Сухому лимані ПЗЧМ в 1962 р, двостулковий молюск *Mya arenaria* - в Одеській затоці в 1966 р. Вважається, що в Чорне море ці екзотичні види потрапили традиційним

шляхом - в баластних водах суден на стадії пелагічної личинки, або на стадії яйця в обростанні суднових корпусів. [78]

Для характеристики спільноти макрозообентосу Тилігульського лиману були розраховані (за чисельністю) значення індексів видового різноманіття Сімпсона -  $D$ , загального різноманітності Шеннона -  $H(\log_2)$ , видового багатства по Маргалєфа -  $d$ , виравненності пієліт -  $e$  (табл. 4.1). Крім того, для екологічної оцінки лиману станом спільноти макрозообентосу були розраховані індекс AMBI (AZTI Marine Biotic Index, I. Muxika, A. Borja, W. Bonne, 2005) (табл. 4.1) і Benthix Index (WFD CIS Guidance Document No. 5, 2003), значення якого в середньому по лиману склало 3,85. Отримані значення визначають донне співтовариство як «незбалансоване», «слабо обурене», з «хорошим» екологічним статусом і класифікують лиман як «слабо забруднене». [79]

Таблиця 4.1 - Індeksi видового та екологічного різноманіття макрозообентосу Тилігульського лиману (О.А. Тучковенко, И.А. Синегуб, 2006)

Індeksi	$D$	$H(\log_2)$	$d$	$e$	AMBI
Прибережне мілководдя	0,708	2,605	2,302	0,575	2,066
Глибини 1,3-13 м	0,593	1,925	1,061	0,555	1,565

На глибинах <1 м відзначені всі три інвазивних види, а в діапазоні глибин 1,3 - 13,0 м - тільки *Polydora cornuta*. Це найбільш масовий інвазивний вид, який по частоті як на окремих глибинах ( $P = 50,0 - 55,6 \%$ ), так і в цілому по лиману ( $P = 54,2 \%$ ) входив в число основних видів. Кількісні показники вселенців в лимані були низькими. На мілководді їх сумарна частка становила 4,4 % чисельності та 0,4 % біомаси; на глибинах 1,3 - 13,0 м - 6,9 і 0,1 %, в цілому по лиману - 4,8 і 0,2 %. [79]

## 4.2 Макрозообентос лиману Сасик

Проведено таксономічний аналіз макрозообентосу лиману Сасик за матеріалами зборів протягом 2013-2014 рр. Охарактеризований генезис і просторовий розподіл видів по акваторії водойми (А.А. Халаим). [80]

Виявлено 78 видів, більшість з яких зустрічалися на літоралі водосховища; найбільшим видовим багатством характеризується верхів'я. У видовому складі макрозообентосу домінують представники прісноводної та понтокаспійської реліктової фаун. [80]

Всього виявлено 78 видів макрозообентосу з 8 класів (табл. 4.2), а також представників *Oligochaeta*, які до виду не визначались. Найбільш різноманітні комахи, в тому числі 14 видів хірономід (личинки і лялечки), 6 видів клопів, 5 - личинок бабок і 4 - жуків, а також личинки поденок, мух, мокрецов і гусениці, лускокрилих. Друге місце займають ракоподібні: 8 видів амфіпод, 6 - мізид, по 3 види кумових і десятиногих раків. Далі слідує моллюски (по 7 видів червононогих і двостулкових). [80]

Таблиця 4.2 - Таксономічна характеристика макрозообентосу лиману Сасик (А. А. Халаим, 2014)

Таксони	Всього видів	Літораль			Відкрита частина		
		В	СЧ	Н	В	СЧ	Н
<i>Hydrozoa</i>	1	1	1	1	1	1	-
<i>Polychaeta</i>	2	1	2	1	2	2	1
<i>Hirudinea</i>	2	1	-	1	-	-	-
<i>Phylactolaemata</i>	1	1	-	-	-	-	-
<i>Crustacea</i>	20	10	10	18	9	7	5
<i>Insecta</i>	38	31	10	16	8	8	6
<i>Gastropoda</i>	7	5	-	3	-	-	-
<i>Bivalvia</i>	7	5	4	5	4	5	4
Всього	78	55	27	45	24	23	16

Примітка: В – верхів'я лиману, СЧ – середня частина, Н – низів'я.

Фауна Сасика зазнала суттєвих змін і продовжує формуватися відповідно до нових умов. Цей процес становить значний теоретичний і практичний інтерес. [80]

У літоральній зоні водосховища знайдено 77 видів, у відкритій частині - 28. Значне видове багатство в прибережжі пояснюється великим розмаїттям умов, зокрема наявністю рослинних асоціацій, кращим кисневим режимом, різноманітністю ґрунтів. [81]

Найбільшим видовим багатством характеризується верхів'я, як на літоралі, так і за її межами. По-перше, у верхів'ї, в гирлах річок Когильник і Сарата, розташовані плавневі зарості повітряно-водних і підводних макрофітів, де розвинена своєрідна фауна з бабок, жуків, поденок, мух і клопів. В інших частинах водосховища знаходяться лише окремі невеликі ділянки таких рослин. По-друге, верхів'я характеризується різноманітністю ґрунтів. На літоралі домінують види - псаммофіли і фітофіли, за її межами - пелофіли. [81]

Видовий склад макрзообентосу прибережній і відкритій акваторії більше схожий в середній частині водойми і в верхів'ї через наявність тут піщаних ґрунтів (рис. 4.1). У пониззі картина інша: у відкритій частині водосховища дно мулисте, місцями - глинисто-піщану; в літоральній зоні ці ґрунти відсутні. [81]

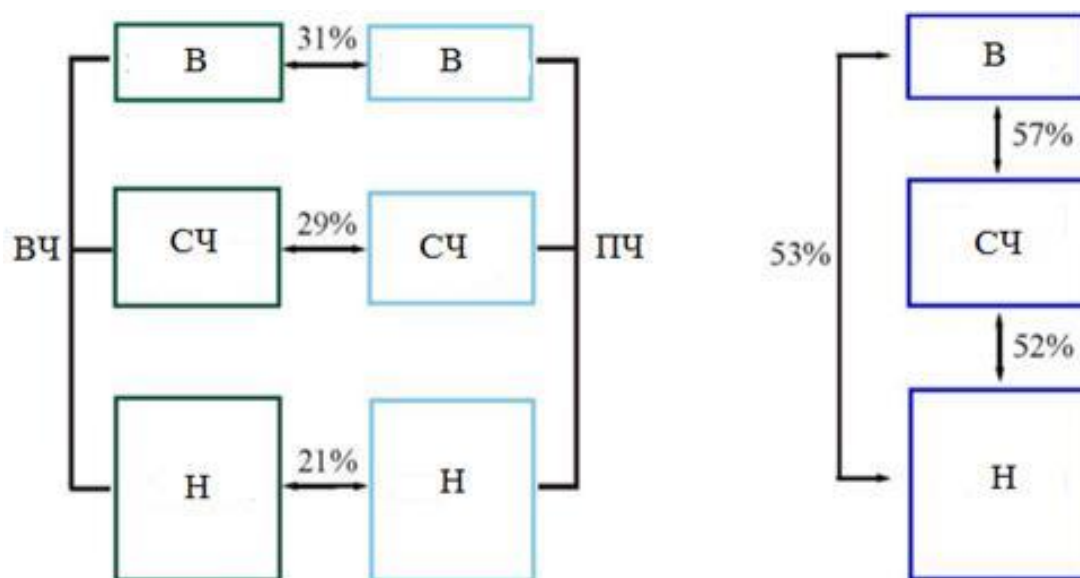


Рисунок 4.1 - Подоба видового складу макрзообентосу (по коефіцієнту Жаккара, %), різних районів лиману Сасик в середньому за період досліджень.

В – верхів'я, СЧ – середня частина, Н – низів'я, ВЧ – відкрита частина лиману, ПЧ – прибережна частина. [81]

У свою чергу, однорідність ґрунту у верхів'ї і середині водосховища сприяє більшому видовому подібності макрзообентосу цих ділянок, в порівнянні з пониззям. Крім того, пониззі більшою мірою відчуває вплив Дунаю з одного боку, і моря - з іншого. [81, 82]

У видовому складі макрзообентосу водосховища домінують представники прісноводної і понто-каспійської реліктової фаун. [81]

Типових мешканців прісних водойм і водотоків у водосховищі зареєстровано 50 видів, в тому числі моховинками *Plumatella fungosa* (Pallas), всі 38 видів комах, все черевоногі молюски, двостулкові молюски *Anodonta cygnea* (Linne) і *A. subcircularis* Clessin. [82]

Понто-каспійська фауна представлена 23 видами. Це гідроїди *Cordylophora caspia* (Pallas), поліхети, гаммаріди, корофіїди *Corophium volutator* (Pallas), кумові, мізиди, річковий рак *Astacus leptodactylus* Escholtz, двостулкові молюски - *Cardiidae* і *Dreissenidae*. Один з видів кардіїд, *Hypanis laeviuscula fragilis* (Milachevitch), занесений до Червоної книги України. [82]

Також у водосховищі зареєстровано 5 морських за походженням видів: *Gammarus insensibilis* Stock, *Orchestia bottae* Milne-Edwards, *Mesopodopsis slabberi* (Van Beneden), *Palaemon elegans* Rathke і так званий голландський краб *Rhithropanopeus harrisi tridentata* (Maitland). Варто відзначити знахідку ще одного морського виду - *Neanthes succinea* (Leuckart). В одиничних екземплярах личинки цієї поліхети знайдені влітку 2014 року в верхів'ї водосховища. Крім того, в бентосі верхів'я виявлені свіжі фрагменти статевозрілих черв'яків (хітинова кутикула, щетинки, щелепи), також ідентифіковані як *N. succinea*. [82]

Незважаючи на те, що дорослі поліхети поки не знайдені, можна зробити припущення про їх проживання у водосховищі. Цей вид, за даними літератури, виносить значне опріснення (до 0,6 ‰), але нормально розвивається при набагато більшій солоності. [82]

Тому знахідка його в водосховищі, з одного боку, досить несподівана, а з іншого - може свідчити про поступове підвищення солоності в водоймі. [82]

### 4.3 Макрозообентос Григорівського лиману

За період досліджень (С.А. Кудренко, 2003-2014 рр.) в Григорівському лимані виявлено 23 види амфіпод, що відносяться до 18 родин та 19 родів. Більшість видів належать до середземноморської зоогеографічної групи. Максимальна кількість видів, чисельність, біомаса і найбільша зустрічальність амфіпод характерні для прибережної зони лиману. Кількісні показники середньої чисельності та біомаси зменшувались з 2003 по 2014 рр. [83]

В даний час Григорівський лиман є штучно відриту водойму (рис. 1). Кам'янисті і скелясті ділянки приурочені головним чином до західного берега. На частку супіщаних і суглинних мулів доводиться до 20 %, на частку глинистих субстратів – 50 % і більше. У районі досліджень переважали мулисті ґрунти - чисті мули і мули з домішками ракуші і піску (рис. 4.2; рис. 4.3). [83]

У сучасний період амфіподи Григорівського лиману представлені 23 видами, що відносяться до 19 родів і 16 родин. З огляду на те, що різноногі раки тяжіють до мілководдя, число виявлених видів в прибережній і відкритій частинах лиману значно відрізнялося (табл. 4.3). [83]

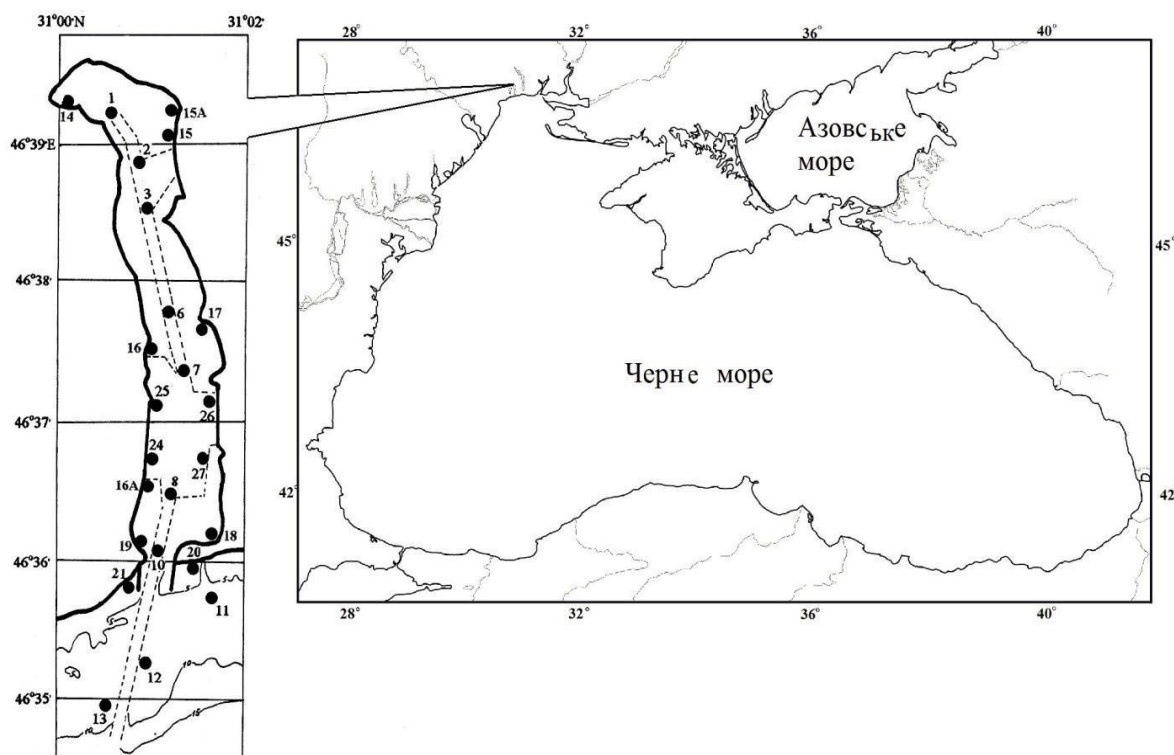


Рисунок 4.2 - Стандартна схема станцій відбору проб у Григорівському лимані з 2003 р. по 2014 р. (Інститут морської біології НАНУ)

У прибережній зоні зареєстровано 22 види, амфіподи відзначені на 82,43 % станцій, найбільш часто зустрічалися *A. diadema*, *M. gryllotalpa*, і *G. aequicauda*. Найбільша щільність поселень зареєстрована для *C. bonelli*, *A. diadema* і *M. gryllotalpa* (табл. 4,3). Середній багаторічний показник біомаси амфіпод становив  $4,14 \pm 0,70 \text{ г} \cdot \text{м}^2$ , найбільший внесок в її формування зазвичай вносять *A. diadema*, *G. aequicauda* і *G. subtypicus*. За весь період досліджень відзначені одинично *C. baeri*, *P. Longimanus*, *S. monoculoides*. [84]

Середній багаторічний внесок амфіпод в чисельність і біомасу всього макрозообентоса прибережній частині Григорівського лиману -  $6,60 \pm 0,95$  і  $9,09 \pm 6,04$  %, відповідно (табл. 4.3). [84]

У центральній частині лиману виявлено 12 видів амфіпод (табл. 4.3), зазначених на 35,34 % станцій. Найбільш часто зустрічалися *A. diadema*, *M. gryllotalpa* і *C. bonelli*. Амфіподи в цій зоні лиману формують  $8,49 \pm 2,30$  % чисельності всього макрозообентосу, Максимальна чисельність характерна для *M. gryllotalpa*, *C. bonelli* і *A. diadema*. Середній багаторічний показник біомаси амфіпод низький, його в основному формують *M. gryllotalpa*, *A. diadema* і *C.*



*bonelli*. Види *E. difformis*, *J. oscia* і *P. marina*, були відмічені одинично, для відкритої частини лиману їх можна вважати випадковими. Середній багаторічний внесок амфіпод в формування загальної біомаси макрозообентоса у відкритій частині лиману -  $0,16 \pm 0,06$  %. [84]

У суміжній з лиманом частині моря на глибині від 0,3 до 16 м виявлено 11 видів амфіпод, зареєстрованих на 49,23 % станцій. Тут найбільш часто зустрічалися *P. maeoticus* (на урізі води), *A. diadema* і *B. guilliamsoniana* (табл. 4.3). Чисельність амфіпод, за весь період досліджень, склала  $210,38 \pm 53,24$  прим·м<sup>2</sup>, найбільш численні були *P. maeoticus*, *B. guilliamsoniana* і *A. diadema*. Ці ж види формують біомасу амфіпод: *P. maeoticus* -  $1,25 \pm 0,02$  г·м<sup>2</sup>, *G. subtypicus* -  $0,09 \pm 0,07$  г·м<sup>2</sup>. Їх внесок в чисельність і біомасу макрозообентосу склав  $20,18 \pm 5,58$  % і  $9,21 \pm 2,70$  %, відповідно. Для трьох розглянутих акваторій загальними є 4 види - *A. diadema*, *C. bonelli*, *C. volutator* і *M. gryllotalpa* (табл. 4.3). [85]

Таблиця 4.3 - Чисельність, біомаса і частота народження амфіпод Григорівського лиману і суміжної частини Чорного моря (С.А. Кудренко, 2003-2014 рр.)

	Прибережна зона			Центральна частина			Суміжна морська частина		
	N	B	P	N	B	P	N	B	P
<i>Ampelisca diadema</i> (Costa, 1853)	310,10 ±94,7 1	1,166 ±0,23 5	42,7 9	16,94 ±5,65	0,079 ±0,02 4	25,0 0	25,38 ±12,6 1	0,064 ±0,02 4	15,3 8
<i>Ampithoe ramondi</i> (Audouin, 1826)	5,52 ±5,19	0,002 ±0,00 2	0,90	-	-	-	-	-	-
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i> (Bate, 1857)	21,49 ±17,6 8	0,037 ±0,03 0	3,15	-	-	-	41,92 ±26,4 5	0,052 ±0,03 2	12,3 1
<i>Cardiophilus baeri</i> (G.O.Sars, 1896)	0,11 ±0,11	0,0003 ±0,00 03	0,45	2,24 ±1,76	0,002 ±0,00 2	2,59	-	-	-

<i>Corophium bonelli</i> (Milne-Edwards, 1830)	360,93 ±176,12	0,192 ±0,078	21,6 2	25,00 ±21,41	0,013 ±0,009	6,90	6,15 ±5,05	0,007 ±0,006	4,62
<i>Corophium voliutator</i> (Pallas, 1766)	16,78 ±7,07	0,014 ±0,005	7,66	7,54 ±6,55	0,008 ±0,007	1,72	3,85 ±2,58	0,005 ±0,004	4,62
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	12,08 ±4,81	0,048 ±0,032	12,1 6	1,47 ±1,38	0,004 ±0,004	1,72	-	-	-
<i>Echinogammarus olivii</i> (Milne-Edwards, 1830)	24,57 ±11,58	0,067 ±0,032	7,66	-	-	-	22,31 ±15,29	0,056 ±0,034	9,23
<i>Erichthonius difformis</i> (Milne-Edwards, 1830)	2,36 ±0,94	0,005 ±0,003	4,05	1,03 ±1,03	0,0003 ±0,0003	0,86	-	-	-
<i>Gammarus subtypicus</i> (Stock, 1966)	53,27 ±11,74	0,882 ±0,255	18,9 2	-	-	-	3,46 ±2,79	0,088 ±0,071	3,08
<i>Gammarus aequicauda</i> (Martynov, 1931)	93,92 ±22,50	0,993 ±0,218	21,1 7	-	-	-	5,38 ±4,67	0,087 ±0,074	3,08
<i>Gammarus insensibilis</i> (Stock, 1966)	0,45 ±0,27	0,005 ±0,005	1,35	0,78 ±0,54	0,007 ±0,005	3,45	-	-	-
<i>Jassa ocia</i> (Bate, 1862)	1,13 ±0,59	0,001 ±0,0004	1,80	0,26 ±0,26	0,0002 ±0,0002	0,86	-	-	-
<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)	2,03 ±1,59	0,002 ±0,001	2,25	0,91 ±0,69	0,003 ±0,003	1,72	-	-	-
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> (Coste, 1852)	168,92 ±42,00	0,174 ±0,030	38,7 4	91,12 ±59,21	0,087 ±0,046	15,5 2	3,46 ±2,25	0,004 ±0,002	4,62

<i>Microprotopus</i>		0,002						0,001	
<i>minutus</i>	4,50	$\pm 0,00$	3,60	-	-	-	0,77	$\pm 0,00$	3,08
(Sowinsky,	$\pm 2,34$	1					$\pm 0,54$	1	

1894)									
<i>Atylus guttatus</i> (Costa, 1851)	0,34 ±0,25	0,001 ±0,00 1	0,90	-	-	-	-	-	-
<i>Orchestia montagui</i> (Audouin, 1826)	0,90 ±0,55	0,011 ±0,00 9	1,35	-	-	-	-	-	-
<i>Orchestia cavimana</i>	13,31	0,141					3,08	0,015	
<i>Perioculodes longimanus</i> (Bate&Westwood, 1868)	0,11 ±0,11	0,0001 ±0,00 01	0,45	0,52 ±0,36	0,002 ±0,00 1	2,59	-	-	-
<i>Pontogammarus maeoticus</i> (Sovinskij 1894)	2,14 ±1,52	0,051 ±0,04 0	1,80	-	-	-	94,62 ±41,2 5	1,252 ±0,90 5	24,6 2
<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815)	0,45 ±0,45	0,0002 ±0,00 02	0,45	-	-	-	-	-	-
<i>Phtisica marina</i> (Slabber, 1769)	-	-	-	0,09 ±0,09	0,0001 ±0,00 01	0,86	-	-	-

Примітка: N - чисельність , екз·м<sup>2</sup>, B - біомаса, г·м<sup>2</sup>, P- частота народження, %.

Серед факторів, що впливають на видову різноманітність і величину кількісних показників амфіпод можна виділити: характер ґрунтів, солоності, температурний режим і глибину. [85]

На початку нинішнього століття для Григорівського лиману вказувалося 25 видів амфіпод. За період досліджень встановлено наступний поділ амфіпод за кількістю видів: на мулистих ґрунтах, з мінімальною кількістю домішок, зареєстровано 13 видів амфіпод, на мулистих ґрунтах, з різними домішками (пісок, ракуша і т.д.), - 16; на піщаних ґрунтах - було зареєстровано максимальне видове різноманіття - 18 видів. [86]

Найбільша чисельність і біомаса були відзначені на мулистих ґрунтах з домішками -  $1585,72 \pm 689,98$  екз·м<sup>2</sup> і  $4,79 \pm 0,95$  г·м<sup>2</sup>. Найменші показники

чисельності і біомаси амфіпод приурочені до мулистих ґрунтів з мінімальною кількістю домішок (рис. 4.3). [86]

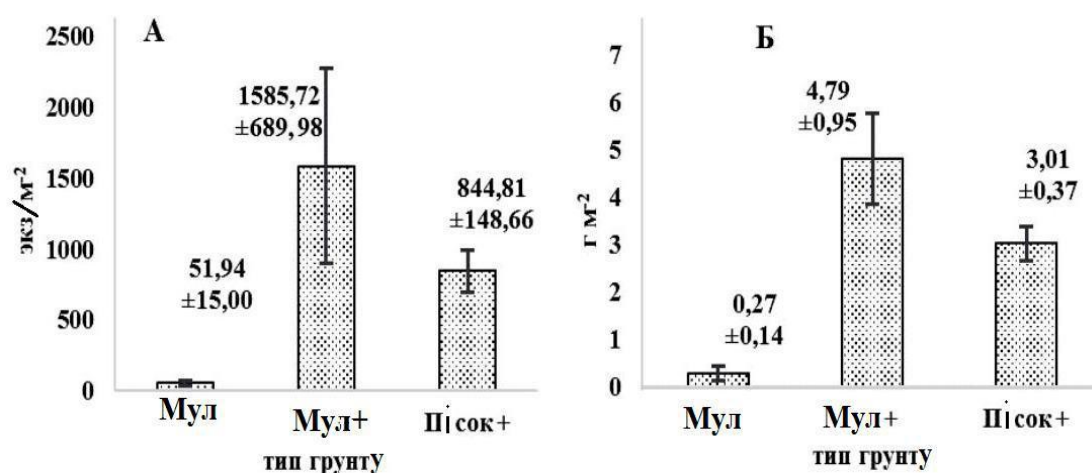


Рисунок 4.3 - Найбільші показники чисельності (А) та біомаси (Б) амфіпод Григорівського лиману на різних типах ґрунтів 2003 – 2013 рр. (Синегуб І. А.)

Піщані ґрунти більше представлені в прибережній частині лиману. Кількісні показники та кількість видів на них було менше, ніж на мулах з домішками, але більше, ніж на мулах з мінімальною кількістю домішок. Можна припустити, що такий розподіл кількісних показників обумовлюється тим, що мулисті ґрунти з мінімальною кількістю домішок розташовані в центральній частині лиману, де регулярно проводяться днопоглиблювальні роботи і виникають зони з гіпоксією. [86]

Так само слід враховувати той факт, що на мулистих ґрунтах з домішками (ракуші) поселяються макрофіти, що служать для більшості видів амфіпод притулком і їжею. [86]

За період досліджень чисельність і біомаса мала тенденцію до зменшення з 2003 р. до 2013 р. (рис. 4.4). Показник чисельності коливався від  $175,68 \pm 123,90$  екз/м<sup>2</sup> в 2007 році до  $1992,5 \pm 1378,97$  прим/м<sup>2</sup> в 2003 році. Максимальне значення біомаси відзначено в 2008 році -  $6,32 \pm 2,07$  г/м<sup>2</sup>, мінімальне ( $1,03 \pm 0,33$  г/м<sup>2</sup>) було зареєстровано в 2013 році. [87]

За весь період досліджень кількість видів також скорочувалася. Найбільшу кількість видів зареєстровано в 2003 році - 16, в 2005 році - 15, в 2009, 2010 і 2012 роках по 10 видів. Найменша кількість видів відзначено в 2007 і 2011 рр. - 7. [87]

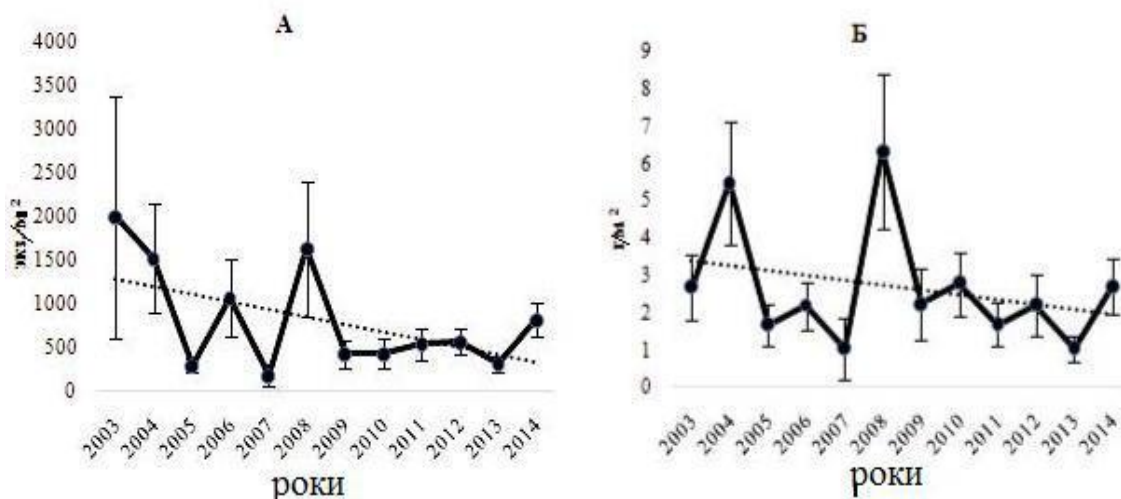


Рисунок 4.4 - Багаторічна динаміка чисельності (А) і біомаси (Б) амфіпод Григорівського лиману з 2003 по 2014 рр. (Синегуб І. А.)

Зменшення кількості видів амфіпод, а також їх чисельності та біомаси в Григорівському лимані в 2003-2014 рр., Можливо, зумовлено широкомасштабними днопоглиблювальними роботами в зв'язку з постійним будівництвом нових причалів та інших гідротехнічних споруд по всьому периметру лиману. При цьому амфіподи, як і більшість ракоподібних, чутливі до техногенних забруднень. [87]

У Григорівському лимані сформувався таксоцен амфіпод, основу якого становили види, що належать до таких зоогеографічних комплексів: середземноморсько-атлантичний (*A. diadema*, *B. guilliamsoniana*, *P. longimanus*, *C. bonelli*, *C. voliutator*, *D. spinosa*, *M. palmata*, *M. gryllotalpa*, *P. marina*, *J. ocia*, *S. Monoculoides*), середземноморсько-лузітанський (*G. aequicauda*, *G. insensibilis*, *G. subtypicus*, *E. olivii*, *O. Cavimana*), понто-каспійський (*P.*

*maeoticus*, *C. Baeri*), циркумполярний (*E. Difformis*), ендеміки Чорного і Азовського морів (*M. minutus*, *A. ramondi*, *O. Montagui*). [88]

Більшість видів, виявлених в досліджуваному лимані, ставилися до середземноморсько-атлантичного і середземноморсько-лузітанського зоогеографічних комплексів. [88]

Для більшості видів, що відносяться до цього типу, характерна загальна екологічна риса - полігалінність. Отже, в лимані на глибинах відбору проб умови проживання амфіпод в цілому стабільні, типово морські для північно-західної частини Чорного моря на протязі всього періоду досліджень. Так як крім видів, що відносяться до середземноморського зоогеографічного комплексу, видів, що відносяться до інших зоогеографічних комплексів мало, їх внесок у формування видового різноманіття, загальної чисельності і біомаси амфіпод і всього бентосу було значно. Слід зазначити, що деякі види мали специфічні особливості життя, які не дозволили коректно порівняти їх кількісний розподіл по досліджуваній акваторії. Так, *O. cavimana* і *O. montagui* мешкає вище зони заплиску і в проби потрапляли в основному випадково. *P. maeoticus*, що мешкають на урізі води і можуть утворювати великі скупчення і глибше 10 см. в прибережжі практично не зустрічаються. *E. olivii* мешкають нижче урізу води. *A. diadema* мешкає на мулистих ґрунтах і зустрічається в лимані повсюдно. *B. guilliamsoniana* воліють піщані ґрунти, і виявлені, в основному, в суміжному з лиманом районі Чорного моря. [88]

#### 4.4 Макрозообентос Сухого лиману

Для вивчення видового різноманіття макрозообентосу Сухого лиману проводили відбір проб в різних районах його північної мілководної частини. Проби промивали через систему сит і обробляли за загальноприйнятою методикою. Отриманий матеріал поміщали в ємності і фіксували 4 % розчином

формальдегіду. Ідентифікація видів проводилася в лабораторії. Для кожного виду визначені зустрічальність, чисельність і біомаса. Параметри видового різноманіття знаходили за допомогою відповідних індексів. [89]

Всього у складі макрзообентосу вивченої частини лиману виявлено 42 види безхребетних, що відносяться до наступних таксонів: багатощетинкові черви - 11, вусоногі раки - 1, рівноногі раки - 3, різноногі раки - 16, десятиногі раки - 1, червононогі молюски - 3, двостулкові молюски - 5, личинки хірономід - 2. За матеріалами, зібраними в 2005 році, домінуючим видом інфауни як в зоні піщаної коси так і в районі переправи був представник *Bivalvia Abra ovata* (Philippi, 1836). [89]

При стовідсотковому народженні максимальні кількісні показники цього двостулкового молюска були відзначені в районі піщаної коси і становили: чисельність (N) - 5200 прим·м<sup>2</sup> і біомаса (B) - 337,5 г·м<sup>2</sup>. Серед інших видів інфауни переважали *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789) (N - 475 екз·м<sup>2</sup>, B - 291,75 г·м<sup>2</sup>) і *Mya arenaria* (N - 225 екз·м<sup>2</sup>, B - 99,3 г·м<sup>2</sup>). Представниками епіфауни, що утворюють масові скупчення на твердих субстратах в районі понтонного мосту були двостулкові молюски *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) (N - 250 екз·м<sup>2</sup>, B - 2642,5 г·м<sup>2</sup>) і *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1790) (N - 150 екз·м<sup>2</sup>, B - 3,2 г·м<sup>2</sup>). [89]

З червононогих молюсків найбільшої чисельності досягали *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805) (N - 16150 екз·м<sup>2</sup>, B - 41,5 г·м<sup>2</sup>). Зустрічальність таких дрібних *Gastropoda*, як *Setia valvatoides* (Milachevitch, 1909) і *Mohrensternia lineolata* (Michaud, 1882) не перевищувала 30 %. Серед ракоподібних наймасовішими виявилися представники ряду *Isopoda*. Чисельність *Idotea baltica basteri* (Audouin, 1827) в районі переправи досягала 3550 прим·м<sup>2</sup>, а біомаса - 11,7 г·м<sup>2</sup>. Кількісні показники ракоподібних із ряду *Amphipoda* тут були такі: *Microdeutopus gryllotalpa* (A. Costa, 1853) (N - 1600 екз·м<sup>2</sup>, B - 2,15 г·м<sup>2</sup>), *Dexamine spinosa* (Montagu, 1813) (N - 450 прим·м<sup>2</sup>, B - 0,55 г·м<sup>2</sup>), *Corophium volutator* (Milne - Edwards, 1830) (N - 150 екз·м<sup>2</sup>, B - 0,05 г·м<sup>2</sup>),



*Gammarus aequicauda* (Mart, 1931) (N - 100 екз·м<sup>2</sup>, B - 1,6 г·м<sup>2</sup>), *Cardiophilus baeri* (G.O Sars, 1896) (N - 50 екз·м<sup>2</sup>, B - 0,10 г·м<sup>2</sup>). [89]

В мулистих ґрунтах лиману були широко поширені поліхети *Hediste diversicolor* (O.F Muller, 1776) (N - 1550 екз·м<sup>2</sup>, B - 68,45 г·м<sup>2</sup>), *Phyllodoce tuberculata* (Bobretzky, 1868) (N - 100 екз·м<sup>2</sup>, B - 3,6 г·м<sup>2</sup>), *Polydora ciliata* (Johnston, 1838) (N - 75 екз·м<sup>2</sup>, B - 0,1 г·м<sup>2</sup>), *Capitella capitata* (Fabricius, 1780) (N - 150 екз·м<sup>2</sup>, B - 0,2 г·м<sup>2</sup>), *Prionospio cirrifera* (Wiren, 1883) (N - 50 екз·м<sup>2</sup>, B - 0,1 г·м<sup>2</sup>). Олігохети, що досягають в зооценозов лиману чисельності 5650 прим·м<sup>2</sup> і біомаси 6,4 г·м<sup>2</sup> до виду не визначались. Серед основних трофічних груп вивченого зооценозу переважали детритофаги (50%). Крім того, були присутні сестонофагов (20 %), фітофаги (15 %), рослиноїдні - детритоядні (10 %) і м'ясоїдні (5 %). [89]

Аналіз схожості фаун різних районів дослідженої частини лиману, проведений на основі індексу спільності Чекановського-Серенсена (I), показав значну подібність видового складу двох з трьох вивчених біотопів. Найбільш близькими за цим показником виявилися райони піщаної коси і переправи (I = 0,67). У верхів'ях лиману виявлені лише три види безхребетних, що витримують сильне опріснення. Це два види ракоподібних *Gammarus aequicauda* і *Asellus aquaticus*, а також личинки хірономід *Chironomus plumosus*. [89]

Видове різноманіття макрозообентосу також вивчалось в двох біотопах, з огляду на те, що третій через обмежену кількість видів був виключений з аналізу. Макрозообентос, досліджений в районі переправи, характеризувався великою видовою різноманітністю за рахунок розвитку двостулкових молюсків сестонофагів, а також різноногих ракоподібних. Видове багатство зообентоса було проаналізовано із застосуванням індексу Маргалєфа. Значення цього індексу, що відображає біорізноманіття щодо видового багатства, також були вище в районі переправи (1,82), ніж в зоні піщаної коси (0,95). [90]

Порівняння якісного і кількісного складу вивченого зооценозу з даними, отриманими для цієї водойми раніше (Синегуб, 2000) показало, що в

мілководній частині Сухого лиману найбільш масового розвитку як і раніше досягають види, пристосовані до життя в умовах чорних мулів. До них в першу чергу відносяться молюски *Abra ovata* і *Hydrobia acuta*, а також поліхети *Hediste diversicolor*. [90]

Необхідно відзначити, що ці види є улюбленим харчовим об'єктом для багатьох бентосних риб (Грінбарт, 1966), що робить лиман вельми перспективним для відновлення рибництва. Хоча основною перешкодою для успішного ведення рибного господарства в цій частині Сухого лиману є його мілководність. [90]

## ВИСНОВОК

Різні лимани північно-західного Причорномор'я відрізняються один від одного швидкістю течії, мінералізацією, глибиною, характером донних відкладень, пов'язаною седиментацією зваженого матеріалу, рівнем забруднення та іншими факторами. Як наслідок, населяє їх донна макрофауна, що відрізняється якісним складом, співвідношенням чисельності і біомаси основних систематичних, екологічних і трофічних груп, ступенем домінування основних видів, розмірним складом популяцій масових видів двостулкових молюсків, просторовим розподілом кількісних характеристик донних безхребетних.

Зведений список видів макрзообентосу, які коли-небудь реєструвалися на акваторії ПЗЧМ, налічує 419 видів, в тому числі *Vermes* - 146, *Crustacea* - 111, *Mollusca* - 84, інші види - 78 (Синьогуб, 2006). У зборах, виконаних з 1973 по 2003 рр., відзначено присутність лише 304 видів.

1. У період 2001 - 2006 рр. в Тилігульському лимані були зареєстровані 35 таксонів. Солоновато-водна фауна була представлена 6 таксонами: *Pontogammarus maeoticus*, *Chironomus salinaris*, *Chironomus sp.*, *Clunio marinus*, *Cricitopus vitripennis*, *Eristalis sp.* Основу чисельності (95,5 %) і біомаси (99,6 %) донної макрофауни лиману формували 29 таксонів. Основу чисельності (90,3 %) і біомаси (98,3 %) донної макрофауни прибережного мілководдя лиману формували 10 таксонів: поліхети *Hediste diversicolor*, *Polydora cornuta*, молюски *Hydrobia acuta*, *Mytilaster lineatus*, *Cerastoderma glaucum*, *Abra ovata*, ракоподібні *Sphaeroma pulchellum*, *Idotea baltica basteri*, *Gammarus aequicauda*, личинки хірономід *Chironomus salinaris*.

2. За проведеним таксономічним аналізом макрзообентосу лиману Сасик за матеріалами зборів протягом 2013-2014 рр. (А.А. Халаїм). Всього виявлено 78 видів макрзообентосу з 8 класів, а також представників

*Oligochaeta*, які до виду не визначались. Видове різноманіття лиману Сасик визначається такими видами: *Hydrozoa*, *Polychaeta*, *Hirudinea*, *Phylactolaemata*, *Crustacea*, *Insecta*, *Gastropoda*, *Bivalvia*.

3. За період досліджень (С.А. Кудренко, 2003-2014 рр.) в Григорівському лимані виявлено 23 види амфіпод, що відносяться до 18 родин та 19 родів. У прибережній зоні Григорівського лиману зареєстровано 22 види, основні з яких: *A. diadema*, *M. gryllotalpa*, *G. Aequicauda*, *C. bonelli*, *A. Diadema*, *G. subtypicus*. За весь період досліджень відзначені одинично *C. baeri*, *P. Longimanus*, *S. monoculoides*. У центральній частині лиману виявлено 12 видів амфіпод, основні з яких: *A. diadema*, *M. Gryllotalpa*, *C. Bonelli*. Види *E. difformis*, *J. ocia* і *P. marina*, були відмічені одинично. У суміжній з лиманом частині моря на глибині від 0,3 до 16 м виявлено 11 видів амфіпод, основними з яких є: *P. maeoticus*, *A. Diadema*, *B. Guilliansoniana*, *G. Subtypicus*. Для трьох розглянутих акваторій загальними є 4 види - *A. diadema*, *C. bonelli*, *C. volutator* і *M. Gryllotalpa*.

4. За матеріалами, зібраними в 2005 році, у Сухому лимані домінуючим видом інфауни був представник *Bivalvia Abra ovate*. Серед інших видів інфауни переважали *Cerastoderma glaucum* і *Mya arenaria*.

Представниками епіфауни були молюски: *Mytilus galloprovincialis*, *Mytilaster lineatus*, *Hydrobia acuta*. Серед ракоподібних наймасовішими виявилися представники ряду *Isopoda*, *Idotea baltica basteri*. Із ряду *Amphipoda* можна виділити такі: *Microdeutopus gryllotalpa*, *Dexamine spinosa*, *Corophium volutator*, *Gammarus aequicauda*, *Cardiophilus baeri*. В мулистих ґрунтах лиману були широко поширені поліхети *Hediste diversicolor*, *Phyllodoce tuberculata*, *Polydora ciliate*, *Capitella capitata*, *Prionospio cirrifera*.

За допомогою досліджень, які проводилися у попередні роки, можна зробити висновок, що для чотирьох розглянутих лиманів північно-західного Причорномор'я - Тилігульський, Григорівський, Сухий і Сасик спільними є такі види як: *Oligochaeta*, *Amphipoda*, *Bivalvia*, *Polychaeta*, *Hydrobia*, *Abra ovata* та ін..

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Адобовский В.В., Большаков В.Н., Миничева Г.Г. Лиманы Северо-Западного Причерноморья // Северо-западная часть Черного моря: Биология и экология / Под ред. Ю.П.Зайцева, Б.Г.Александрова, Г.Г. Миничевой,- Киев: Наук. Думка. - 2006. - С. 351-427.
2. Логвиненко Б.М., Кодолова О.П., Катугин О.Н., Жуковская Е.А. Сравнение мидий Черного моря из разных мест обитания по электрофоретическим спектрам миогенов и морфометрическим признакам раковин. — М., 1986. — 16 с. — Деп. в ВИНТИ, № 585-В86.
3. Миничева Г. Г. Морфометрическое ранжирование / Г. Г. Миничева, В. Н. Большаков, В. В. Адобовский. – В кн.: Северо-западная часть Чёрного моря: (биология и экология); под ред. Ю. П. Зайцева. – К: Наук. думка, 2006. – С. 356–358.
4. Соколов Є. В. Екологічний менеджмент прибережних екосистем закритого типу на прикладі Дофинівського лиману (Північно-Західне Причерномор'я) / Є. В. Соколов // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: гідроекологія. – 2010. – № 3 (44). – С. 256–259.
5. Сизов А.А., Белокопытов В.Н. О синхронизации изменчивости гидрометеорологических и гидрологических полей Черного моря в годы спада 11-летнего цикла солнечной активности // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Севастополь: ЭКОСИ—Гидрофизика, 2001. — С. 86-93.
6. Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И., Берлинский Н.А. Формирование гидрохимических условий на устьевом взморье Дуная // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Севастополь: НАН Украины. Мор. гидрофиз. ин-т, ОФ ИнБЮМ, 2000. — С. 133—141.

7. Дятлов С.Е., Тучковенко Ю.С. Методы оценки роли донных отложений водоемов как источника вторичного загрязнения водной среды с помощью математического моделирования // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Севастополь: ЭКОСИ — Гидрофизика, 2002. — Вып. 1 (6). -С . 180-187.

8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uhmj.odku.edu.ua/wp-content/uploads/2015/11/30-Tuchkovenko-Kushnir-Loboda.pdf>

9. Гриб О.М. Оцінка морфометричних характеристик і рельєфу дна Тилігульського лиману та їх особливості // Вісник Одеського державного екологічного університету. - Одеса: ТЕС, 2014. – Вип. 17. – С.185-196.

10. Розенгурт М.Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов. – К.: Наук. Думка, 1974. – 225 с.

11. Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоёмов Украины: Монография. – К.: Наук. думка, 2006. – 384 с.

12. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: Монография / Под ред. Тучковенко Ю.С., Гопченко Г.Д.; Одесский государственный экологический университет. – Одесса: ТЭС, 2011. – 224 с.

13. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: словник – довідник. – К.: Т-во Знання, КОО, 2002. – 550 с.

14. Комплексне управління водними ресурсами Тилігульського лиману та його гідро екологічним станом в умовах антропогенного впливу і кліматичних змін: звіт про НДР (проміжний) / Одеський держ. екол. ун-т; керівник роботи Ю.С.Тучковенко. – Одеса, 2013. – ДР №0113U000696. – 279 с.

15. Закутский В.П., Виноградов КА. Макрозообентос // Биология северо-западной части Черного моря. — Киев: Наук, думка, 1967. — С. 146—157.

16. Ресурсы поверхностных вод СССР. Описание рек и озёр и расчёты основных характеристик их режима. — Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 1. Западная Украина и Молдавия (без бассейна р. Днестра). — Л., Гидрометеиздат, 1978. — 489—490 с.

17. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [ramsar.org](http://ramsar.org) (Sasyk Lake (англ.). - Інформація о водно-болотних угіддях)
18. Виноградов А. К. Введение. Экосистема Григорьевского (Малого Аджалыкского) лимана / А. К. Виноградов. – Одесса: Астропринт, 2008. – С. 6–10.
19. Zaitsev Y.P. Black Sea Coast of Ukraine / Y.P. Zaitsev. - К.: Academic period, 2008. – 242
20. Старушенко Л. И. Причерноморские лиманы одесщины и их рыбохозяйственное использование / Л. И. Старушенко, С. Г. Бушуев. – Одесса: Астропринт, 2001. – 151 с.
21. Ресурсы поверхностных вод СССР. Описание рек и озёр и расчёты основных характеристик их режима. — Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 1. Западная Украина и Молдавия (без бассейна р. Днестра). — Л., Гидрометеиздат, 1978 - 490 с.
22. Географічна енциклопедія України: у 3 т./редколегія: О. М. Маринич (відпов. ред.) та ін. — К. : «Українська радянська енциклопедія» ім. М. П. Бажана, 1989.
23. Старушенко Л. И., Бушуев С. Г. Причерноморские лиманы Одесщины и их рыбохозяйственное значение. — Одесса: Астропринт, 2001. — 151 с.
24. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
25. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
26. Актуальные проблемы лиманов Северо-Западного Причерноморья. Монография./ Под ред. Ю.С. Тучковенко, Е.Д. Гопченко. –Одесса: ТЭС, 2011. – 223с.
27. Ю.С. Тучковенко - Дослідження лиманів Одесщини, виконані в Одеському державному екологічному університеті.
28. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://journal.chem-bio.com.ua/archive/integral-no-diagnosticskaya-otsenka-ekologicheskogo-sostoyaniya-tiligulskogo-limana>

29. Тимченко В.М. Эколого-гидрологические исследования водоемов Северо-Западного Причерноморья. – К.: Наук. думка, 1990. – 240 с.
30. Тучковенко Ю.С., Адобовский В.В., Тучковенко О.А., Гриб О.Н. Современный гидрологический режим и динамика вод Тилигульского лимана // Укр. гідрометеорологічний журн. – 2011. – № 9. – С. 192-209.
31. Даценко Ю.С. Эвтрофирование водохранилищ. Гидролого-гидрохимические аспекты. – М.: ГЕОС, 2007. – 252 с.
32. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/52744283-Odeskiy-nacionalniy-universitet-imeni-i-i-mechnikova-30-sichnya-1-lyutogo-2013-r.html>
33. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. IV. 3. Черное море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанографические основы формирования биологической продуктивности. – С.-Пб.: Гидрометеоздат, 1992. – 219 с.
34. Кресин В.С., Еременко Е.В., Захарченко М.А., Юрченко А.И. Динамика поступления соединений фосфора в украинские прибрежные воды Черного моря и комплекс водоохраных мероприятий // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. – № 5. – С. 28-33.
35. Тучковенко Ю.С., Лобода Н.С., Гриб О.Н. Современные проблемы гидроэкосистемы Тилигульского лимана и пути их решения // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов (в 4 томах). Тр. междунар. науч.-практ. конф. Т. I: Управление водными ресурсами речных водосборов (17-20 мая 2011 г., г. Пермь, Россия). / Пермь: Пресстайм. – 2011. – С. 167-172.
36. Ю.С. Тучковенко, Ю.И. Богатова, О.А. Тучковенко - Гидрохимический режим Тилигульского лимана в современный период
37. Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилигульського лиману: Монографія / Ю.С. Тучковенко, Н.С. Лобода, О.М. Гриб та ін.; за ред. Ю.С. Тучковенко, Н.С. Лободи. - Одеса : ТЕС, 2014. - 277 с.
38. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко та ін.. - Х. : УкрНДІЕП, 2012. - 37 с.



39. Лиманы Северного Причерноморья / [Полищук В.С., Замбриборщ Ф.С., Тимченко В.М. и др.]; под ред. О.Г. Миронова. - Киев: Наукова думка, 1990 – 204 с.
40. Биопродуктивность и качество воды Сасыкского водохранилища в условиях его опреснения / [Харченко Т.А., Тимченко В.М., Иванов А.И. и др.]; под ред. Л.П. Брагинского. - Киев: Наукова думка, 1990. - 276с.
41. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: монографія / Под ред. Ю.С. Тучковенко, Е.Д. Гопченко. – Одесса: ТЕС, 2012 – 224 с.
42. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях): монографія. – Киев: КНТ, 2005. – 188 с.
43. Большая Советская Энциклопедия. (В 30 томах) / Под ред. А. М. Прохорова. - М.: Советская Энциклопедия, 1975 г.
44. Геология шельфа УССР. Лиманы / И. И. Молодых. В. П. Усенко, Н. Н. Палатная и др, - К. Нау'кова думка, 1984- 176 с.
45. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология // Отв. ред.: Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров, Г. Г. Мшшчева. - Киев: Наукова думка, 2006. - 704 с.
46. Шуйский Ю. Д. Результаты исследования прибрежных озер вдоль берегов Адриатического и Черного морей // Научные труды Одесской академии истории и философии естественных и технических наук. - Одесса: Астропринт. С. 102 – 120 с.
47. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в северозападной части Черного моря. - М.: Недра, 1989. - 198 с.
48. The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement. Edited by V. YankoHombach, A. S, Gilbert, N. Panin, P. M. Dolukhanov: Sringer, Amsterdam, 2007
49. Звіт про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2004 р //Причорноморський екологічний бюлетень. - 2005. - № 2/16. - С.5-140.
50. Мединец В. И., Газетов Е, И., Морозов В, Н. Результаты пщюлого-гидрохимических исследований района между дельтой Дуная и островом Змеиный в

2003 году // Вісник Одеського національного університету. // 2005. - Т. 10. Вип. 4  
Екологія. - С 139-149.

51. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://istina.msu.ru/8643160>

52. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://aquacultura.org/upload-files/pdf/library-8.1.pdf>

53. Копытина Н.И. Микологические исследования Григорьевского лимана (Северное Причерноморье) // Матеріали XI з'їзду Укр. ботан. т-ва, Харків, 25–27 верес. 2001 р. – Х., 2001. – С. 179–180.

54. Гаркавая Г.П. Особенности формирования гидрохимических условий Малого Аджалыкского (Григорьевского) лимана в условиях антропогенного воздействия / Г.П.Гаркавая, Ю.И.Богатова, А.Ю.Гончаров // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. матеріалів до 4-го міжнар. симп., Одеса, 31 жовт. – 1 листоп. 2002 р. – О., 2002. – С. 59–63.

55. Часовников В.К. Особенности гидрохимической структуры вод северо-восточной части Черного моря : автореф. дис. канд. геогр. наук : (11.00.08) / В.К.Часовников. – М., 2002. – 23 с.

56. Гидрохимические и гидрофизические аспекты эвтрофикации северо-западной части Черного моря / И.Г.Орлова [и др.] // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. наук. ст. – О., 2001. – С. 237–242. – Бібліогр.: 5 назв.

57. Районирование Украинского сектора северо-западной части Черного моря (по гидрофизическим и гидрохимическим характеристикам) / Г.П.Гаркавая [и др.] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : сб. науч. тр. – Севастополь, 2000. – Вып. 1. – С. 9–24 с.

58. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

[https://www.researchgate.net/profile/V\\_Tsygankova/publication.pdf](https://www.researchgate.net/profile/V_Tsygankova/publication.pdf)

59. Результаты геолого-геофизических исследований в северо-западной части Черного моря в 56-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» / С.А.Довгий [и др.] // Геофиз. журн. – 2001. – Т. 23, № 5. – С. 120–123.

60. Географія Одещини : природа, населення, господарство / О.Г.Топчієв [та ін.]. – О. : Астропринт, 1998. – 88 с. – Бібліогр.: 15 назв.
61. Зв'язок фосфатомобілізувальних бактерій та вбіотичних факторів середовища Одеського регіону північно-західної частини Чорного моря - Тропівська Г.Г.1 , Богатова Ю.І., Дятлов С.Є., Курдиш І.К.
62. Синегуб И.А. Макрозообентос Сухого лимана и смежной части Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2002.– вып.1(6).– С.338-345.
63. Руководство по химическому анализу морских вод РД 52.10.243-92.– Л.: Гидрометеиздат, 1993.– 263 с.
64. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений.– Л.: Гидрометеиздат, 1980.– С.106-122.
65. Шуйский Ю.Д., Стоян А.А. Опыт анализа антропогенной перестройки естественного лимана на северо-западном побережье Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. - 2011. - Вып. 26. Севастополь, - С. 97 – 109с.
66. Шпиков А.Б., Алдонин О.В. Геолого-литологические особенности долины Сухого лимана // Тезисы докладов совещания по изучению геологии побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР. - Одесса: Изд-во ОГУ, 1965. - С. 18 - 19.
67. Рябинин А.И., Шибеева С.А., Ломакин П.Д. Гидрохимические условия прибрежных вод Азовского моря в 2001-2002 гг. // Наук. праці УкрНДГМІ. – Вып. 252. – К.: Ніка-Центр, 2003. – С.182-189.
68. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология /Отв. ред. Ю.П. Зайцев, Б.Г.Александров, Г.Г.Миничева - Киев: Наукова думка, 2006 г. - 703с.
69. Полищук Л.Н., Настенко Е.В. Зоопланктон Сухого лимана и прилегающего участка северозападной части Черного моря // Экол. безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексн. использ. ресурсов шельфа. - 2002. - Вып. 1 (6). - С. 346 – 355с.

70. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
[http://vuzlib.com.ua/articles/book/36127-KHarakteristika\\_ekologicheskoy/2.html](http://vuzlib.com.ua/articles/book/36127-KHarakteristika_ekologicheskoy/2.html)
71. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
[https://uhmi.org.ua/pub/np/255/7\\_Plyn\\_al\\_1.pdf](https://uhmi.org.ua/pub/np/255/7_Plyn_al_1.pdf)
72. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<http://dspace.onu.edu.ua:8080/bitstream/handle/>
73. Гринбарт С. Б. Зообентосе Одесских лиманов. — «Труды ОГУ», 1950, т. 1, вып. 3, (64), с. 72—93.
74. Гринбарт С. Б. К изучению зообентоса Тилигульского лимана и его кормовых ресурсов. — «Труды ОГУ», 1953, т. 6, с. 85—105.
75. Гринбарт С. Б. Зообентос лиманов северо-западного Причерноморья и смежных с ним участков моря. Автореферат диссертации, Одесса, 1967 40 с.
76. Мороз Т. Г. Донная фауна лиманов Северного Причерноморья// Вопросы гидробиологии Нижнего Днепра и лиманов Северного Причерноморья. - К.: Наукова думка, 1987. - С. 104-121.
77. Мороз Т. Г. Макрозообентос лиманов и низовьев рек Северо-Западного Причерноморья. - К.: Наукова думка, 1993. - 187 с.
78. Мороз Т. Г., Алексеенко Т. Л., Борткевич Л. В. и др. Бентос Тилигульского лимана// Гидробиол. журн. - 1986. - 22, № 4. - С. 31-35.
79. Шманкевич В. О. О беспозвоночных животных лиманов, находящихся вблизи Одессы// Зап. Новорос. о-ва естествоиспыт. - 1873. - 2. Вып 2. - с. 273-341.
80. Виноградов К.О. Особливості видового складу зообентосу та іхтіофауни мілководних заток північно-західної частини Чорного моря // Наукові записки Одеської біологічної станції. – К.: Наукова думка, 1964. – С. 15-25.
81. Макрозообентос водохранилища Сасык в современных экологических условиях / А. А. Халаим, М. М. Джуртубаев, В. В. Заморев // Гидробиологический журнал. - 2016. - Т. 52, № 6. - С. 60-67.
82. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<http://webcache.googleusercontent.com/search-nbu.gov.ua>

83. Экосистема Григорьевского (Малого Аджалыкского) лимана /Научн. ред. Виноградов А.К. – Одесса: Астропринт, 2008. – 263 с.
84. Гринбарт С. Б. Итоги изучения донной фауны лиманов северо-западного Причерноморья / С. Б. Гринбарт // Биоокеанографические исследования южных морей. – Киев: Наукова думка, 1969. – С. 107–121. 6. Гринбарт С. Б. До вивчення зообентосу Григор'ївського лиману та його кормових ресурсів / С. Б. Гринбарт // Праці Одеськ. держ. ун-ту. Серія біол. наук. – 1957. – 147, вип. 8. – С. 131–141.
85. Маккавеева Е. Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Черного моря / Е. Б. Маккавеева. – Киев: Наукова думка, – 1979 – 248 с.
86. Синегуб И. А. Макрозообентос. Экосистема Григорьевского (Малого Аджалыкского) лимана / И. А. Синегуб, А. А. Рыбалко, А. С. Бондаренко, С. А. Кудренко – Одесса: Астропринт, 2008. – С. 178–202.
87. Гринбарт С. Б. До вивчення зообентосу Григор'ївського лиману та його кормових ресурсів / С. Б. Гринбарт // Праці Одеськ. держ. ун-ту. Серія біол. наук. – 1957. – 147, вип. 8. – С. 131–141.
88. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
[https://www.researchgate.net/publication/324170559\\_Makrozoobentos\\_pribreznoj\\_zony\\_Grigorevskogo\\_limana\\_severo-zapadnoe\\_Pricernomore](https://www.researchgate.net/publication/324170559_Makrozoobentos_pribreznoj_zony_Grigorevskogo_limana_severo-zapadnoe_Pricernomore)
89. Характеристика экологического состояния Сухого лимана /Л.П.Павлютина, Н.Ф.Подплетная, П.Т.Савин, Л.Ю.Секундяк, И.А.Скрипник, Е.В.Кирсанова, Е.Ю.Михалечко /Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины, г.Одесса, 2005 г.
90. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
[http://www.zoology.dp.ua/z\\_09\\_23.html](http://www.zoology.dp.ua/z_09_23.html)