

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та  
аспірантської підготовки  
Кафедра гідроекології та  
водних досліджень

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему: Оцінка гідроекологічного стану Хаджибейського лиману

Виконав студент групи МЕГ-2  
спеціальності 101 Екологія,  
Ренгач Олег Васильович

Керівник к. геогр. н., доц.,  
Гриб Олег Миколайович

Консультант

Рецензент к. геогр. н., доц.,  
доцент кафедри гідрології суші  
ОДЕКУ  
Бояринцев Євген Львович

Одеса 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки

Кафедра гідроекології та водних досліджень

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101 Екологія

(шифр і назва)

Освітня програма гідроекологія

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри гідроекології  
та водних досліджень ОДЕКУ

\_\_\_\_\_ проф. Лобода Н.С.

“ 26 ” б е р е з н я 2018 року

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

Ренгачу Олегу Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Оцінка гідроекологічного стану Хаджибейського лиману»

керівник роботи Гриб Олег Миколайович, к. геогр. н., доц.,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “02” листопада 2017 року № 321-С.

2. Строк подання студентом роботи “01” червня 2018 року.

3. Вихідні дані до роботи Дані визначення показників якості вод хіміко-бактеріологічної лабораторії СБО «Північна», звіти з науково-дослідних робіт ОДЕКУ, дані водомірного поста «Усатове», наукові монографії, статті та матеріали наукових конференцій, паспорта річок, довідники.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Природні умови в басейні. 2. Господарська діяльність. 3. Головні гідроекологічні проблеми. 4. Оцінка якості води та гідроекологічного стану. 5. Розробка рекомендацій щодо заходів з поліпшення якості води та екологічного стану. Висновки. Перелік використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Картосхеми місцеположення лиману і річок, кліматичних характеристик, рельєфу, населених пунктів, автомагістралей, солоності та рівнів води, схема подачі вод СБО «Північна» в лиман, розподіл біогенних речовин тощо.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання “ 26 ” б е р е з н я 2018 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Огляд літератури, підготовка вихідних даних	26.03-30.03.2018 р.	90,0	відмінно
2	Опис природних умов в басейні лиману	31.03-06.04.2018 р.	90,0	відмінно
3	Дослідження господарської діяльності	07.04-12.04.2018 р.	90,0	відмінно
4	Опис господарської діяльності в лимані	13.04-16.04.2018 р.	90,0	відмінно
5	Опис головних гідроекологічних проблем	17.04-30.04.2018 р.	90,0	відмінно
6	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>30.04-06.05.2018 р.</b>	90,0	відмінно
7	Оцінка якості води та гідроекологічного стану	07.05-11.05.2018 р.	90,0	відмінно
8	Опис результатів оцінки якості води та стану	12.05-18.05.2018 р.	90,0	відмінно
9	Підготовка рекомендацій з поліпшення стану	19.05-25.05.2018 р.	90,0	відмінно
10	Оформлення роботи, доповіді, презентації	26.05-31.05.2018 р.	90,0	відмінно
11	<b>Подання на кафедру</b>	<b>01.06.2018 р.</b>	90,0	відмінно
12	<b>Перевірка на плагіат</b>	<b>10.06.2018 р.</b>	90,9	відмінно
13	<b>Рецензування</b>	<b>11.06.2018 р.</b>	95,0	відмінно
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		90,5	відмінно

Студент \_\_\_\_\_ Ренгач О. В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Гриб О. М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Ренгач О. В. Оцінка гідроекологічного стану Хаджибейського лиману. Рукопис. Одеський державний екологічний університет. Одеса, 2018.

На Хаджибейський лиман інтенсивно впливає антропогенний чинник, який спричиняє велике навантаження на його гідроекологічний стан, а також має вагомий вплив на водний баланс та завдає багато економічних збитків. Тому актуальність вивчення водного об'єкту не викликає сумніву.

Мета роботи – оцінити якість води та сучасний гідроекологічний стан Хаджибейського лиману з метою розробки рекомендацій щодо заходів з поліпшення водного режиму та відновлення благополучного стану лиману.

Об'єкт дослідження – хімічний склад та якість води Хаджибейського лиману.

Методи дослідження – офіційні державні методики для оцінки якості води. Методика оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями.

Результати і новизна – визначені якість води й екологічний стан лиману, на основі яких розроблені рекомендації щодо заходів, спрямованих на поліпшення водного режиму та відновлення гідроекологічного стану Хаджибейського лиману за рахунок встановлення режиму скиду стічних вод.

Магістерська робота складається з 5 розділів. Робота складається з 80 сторінок, 21 рисунків, 9 таблиць. У роботі використано 43 літературних джерела з яких 3 іноземні джерела.

Ключові слова: ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН, ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ, ЕКОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ, ЯКІСТЬ ВОДИ.

## SUMMARY

Rengach O. V. Estimation of the hydroecological state of the Khadzhibey estuary. Manuscript. Odessa State Environmental University. Odessa, 2018.

In Khadzhibey Estuary intense anthropogenic factor that causes a heavy load on its hydroecological state, and has a significant impact on the water balance and has a lot of economic damage. Therefore, the relevance of studying the water body is beyond doubt.

Purpose – to assess the quality of water and the modern hydroecological state of Khadzhibey estuary to develop recommendations to improve the water regime and the restoration of its water resources.

The object of the study – is the chemical composition and quality of water of the Khadzhibey estuary.

Research methods – official state methodologies for water quality assessment. Methodology for assessing the quality of surface water in the relevant categories.

Results and novelty – identified water quality and ecological status of the estuary on which recommendations on measures to improve the water regime and the restoration of the hydroecological state of the Khadzhibey estuary by a regime of wastewater discharges.

Master's thesis consists of 5 chapters. The paper consists of 80 pages, 21 figures, 9 tables. The paper used 43 literary sources from which 3 foreign sources.

Keywords: HYDROECOLOGICAL STATE, WATER POLLUTION, ENVIRONMENTAL CLASSIFICATION, WATER QUALITY.

## ЗМІСТ

	<i>Стор.</i>
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	8
ВСТУП.....	9
1 ПРИРОДНІ УМОВИ В БАСЕЙНІ ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ .....	10
1.1 Фізико-географічна характеристика лиману .....	10
1.2 Кліматичні умови в басейні лиману .....	12
1.3 Коротка характеристика геологічних і гідрогеологічних умов .....	14
1.4 Загальна орографічна характеристика басейну лиману та рельєф .....	15
1.5 Гідрографічна мережа .....	16
1.6 Характеристика ґрунтів.....	17
1.7 Характеристика біологічних ресурсів .....	18
1.7.1 Наземна флора і фауна.....	19
1.7.2 Водні гідробіоти.....	20
1.8 Бальнеологічні лікувальні ресурси.....	23
2 ГОСПОДАРСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ В ХАДЖИБЕЙСЬКОМУ ЛИМАНІ .....	24
2.1 Використання лиману як водосховища для скиду стічних вод міста Одеса та інших населених пунктів .....	24
2.2 Водогосподарська діяльність і регулювання стоку в басейні лиману...	25
2.3 Населені пункти та чисельність населення в басейні лиману .....	26
2.4 Автотранспорт та промислові підприємства в басейні лиману .....	26
2.5 Характеристика сільськогосподарської діяльності .....	28
2.5.1 Характеристика агропромислового комплексу.....	28
2.5.2 Характеристика рибогосподарського комплексу.....	29
2.5.3 Характеристика тваринництва на території басейну лиману .....	33
3 ГОЛОВНІ ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ .....	34
3.1 Змінна рівнів та солоності води в лимані.....	34
3.2 Надходження стічних вод у лиман з СБО «Північна» .....	39

3.3 Загальні проблеми малих річок басейну Хаджибейського лиману та причини погіршення їх екологічного стану .....	43
3.4 Забруднення акваторії лиману сільськогосподарською діяльністю .....	44
3.5 Забруднення водного середовища транспортом .....	45
3.6 Інтродукція кефалі (піленгаса) до Хаджибейського лиману .....	46
<b>4 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ .....</b>	<b>47</b>
4.1 Методика екологічної якості поверхневих вод за відповідними категоріями.....	47
4.2 Оцінка гідрохімічних показників якості води .....	48
4.2.1 Аналіз змін у хімічному складі води лиману .....	48
4.2.2 Хімічний склад і якість скидних вод з СБО «Північна» та води в лимані .....	49
4.3 Оцінка гідробіологічних показників якості води лиману .....	57
4.4 Узагальнені результати оцінки якості води та екологічного стану .....	64
<b>5 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗАХОДІВ З ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ВОДИ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ .....</b>	<b>66</b>
5.1 Оцінка можливого водообміну лиману з Чорним морем.....	66
5.2 Рекомендації щодо відновлення природного стану русел річок в басейні лиману .....	68
5.2.1 Оцінка можливих змін стану малих річок в басейні лиману у майбутньому .....	68
5.2.2 Теоретичне підґрунтя відновлення екосистем малих водотоків ..	69
5.2.3 Рекомендації щодо відновлення природного стану русла малої річки Свинна на ділянці Єгорівського водосховища у басейні Хаджибейського лиману .....	70
5.3 Рекомендації щодо усунення джерел забруднення лиману .....	72
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>75</b>
<b>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>77</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- СБО – станція біологічної очистки
- ШВ – штучна водойма
- БС – балтійська система
- ШРГВ –штучна рибогосподарська водойма
- ХПК – хімічне споживання кисню
- БПК – біологічне споживання кисню
- ГДК – граничнодопустима концентрація
- КНС – каналізаційна насосна станція
- ХБЛ – хіміко-бактеріологічна лабораторія
- ЗМЧ – загальне мікробне число
- КОС – каналізаційно-очисна станція



## ВСТУП

Актуальність роботи пов'язана з тим, що за останні 100 років в басейні Хаджибейського лиману відбулися значні перетворення, основним з яких є зарегульованість стоку річок штучними водоймами та використання лиману для скиду стічних вод м. Одеси. Це призвело до змін гідрологічного та гідрохімічного режиму (змінився клас води з «солоних» на «солонуваті», підвищилися рівні та зменшилась солоність води, збільшилися концентрації забруднювальних речовин, завислих наносів і шар донних відкладень тощо), гідробіологічного стану (зміни біологічного різноманіття, стану іхтіофауни, «цвітіння» води та замори гідробіонтів тощо) і погіршення екологічного стану особливо в останні 5-10 років [1].

Беручи до уваги те, що в найближчі роки скидні води СБО «Північна» планувалося повністю відвести до Одеської затоки Чорного моря віддаленим (глибоководним) водовипуском (чотирьохкілометровий трубопровід), необхідно оцінити можливі зміни водно-сольового режиму та гідроекологічний стан Хаджибейського лиману у майбутньому, насамперед – зниження рівнів води та, як наслідок, підвищення її солоності [2].

Таким чином, головними метою та завданнями цієї роботи були оцінка сучасного гідроекологічного стану Хаджибейського лиману для розробки рекомендацій по управлінню режимом водойми за різних умов її функціонування у майбутньому. Також представлені рекомендації щодо ренатуралізації (відновлення) природного стану русла малої річки Свинна на ділянці Єгорівського водосховища у басейні Хаджибейського лиману.

Результати магістерської кваліфікаційної роботи оприлюднені на 4-ох наукових конференціях: на XVI та XVII конференціях молодих вчених ОДЕКУ (Одеса, 2017 та 2018 рр.), на науково-практичній конференції з міжнародною участю (Рівне, 2017 р.), на міжнародній науковій конференції молодих вчених (Харків, 2017 р.). За результатами участі в конференціях опубліковані тези доповідей (3 шт.) та наукова стаття (1 шт.) [37, 38, 39, 40].

## 1 ПРИРОДНІ УМОВИ В БАСЕЙНІ ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ

Причорноморські лимани (у тому числі Хаджибейський) утворилися в результаті затоплення морською водою річкових долин і понижених ділянок узбережжя. Їх відділення від моря відбувалося шляхом формування піщаних коси і пересипу.

Хаджибейський лиман розташований на північний захід від Одеси і віддалений від міста на 9,5 км. В природних умовах лиман був безстічною солоною водоймою, що утворився в результаті затоплення морем гирлової частини річкової долини річки Малий Куяльник. Від моря лиман відділений пересипом шириною 4,5 км і довжиною 5 км. Висота пересипу над рівнем моря не більше 2-2,5 м. Відділення лиману від моря лиману відбулося приблизно після XV століття, в якому він ще з'єднувався з морем [23, 24].

### 1.1 Фізико-географічна характеристика лиману

За природним районуванням Хаджибейський лиман належить до степової географічної зони. Верхня половина басейну входить до Лівобережно-Дніпровській північно-степовій провінції, нижня – до Причорноморсько-Азовської південно-степової провінції.

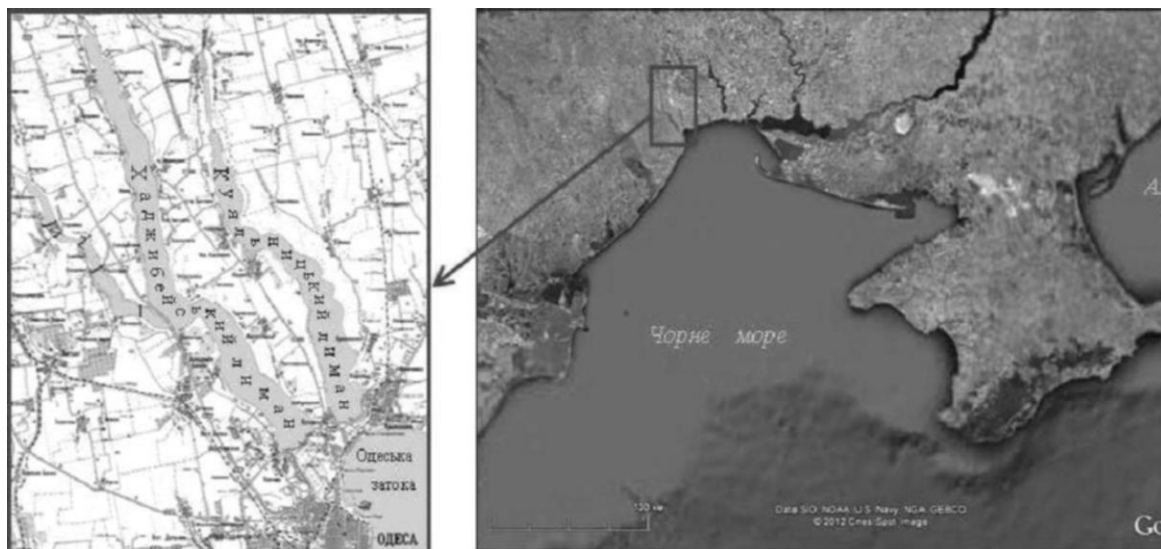
За ландшафтно-гідрологічним районуванням водозбір Хаджибейського лиману належить до степової посушливої ландшафтно-гідрологічної зони, входить до Нижньобузько-Дніпровської області зони недостатньої водності.

За гідрогеологічним районуванням водозбір Хаджибейського лиману належить Причорноморського артезіанського басейну.

Основним елементом його рельєфу є Причорноморська низовина (Причорноморська акумулятивна лесова рівнина за геоморфологічним районуванням), що поступово знижується у бік Чорного моря.

За морфометричними показниками Хаджибейський лиман належить до лиманно-гирлового комплексу, для якого характерні велика глибина, значне перевищення довжини над шириною, витягнутість з півночі на південь перпендикулярно берегової лінії моря. Довжина лиману – 40 км, ширина – від 0,8 до 3,5 км, середня глибина – 4,0-6,8 м, максимальна – 17 м, площа водозбору – близько 2,7 тис. км<sup>2</sup> об'єм в даний час становить 750 млн. м<sup>3</sup>, а площа водної поверхні – близько 116 км<sup>2</sup>. Лиман витягнут в північно-західному напрямку(рис. 1.1) [25].

*а*



*б*

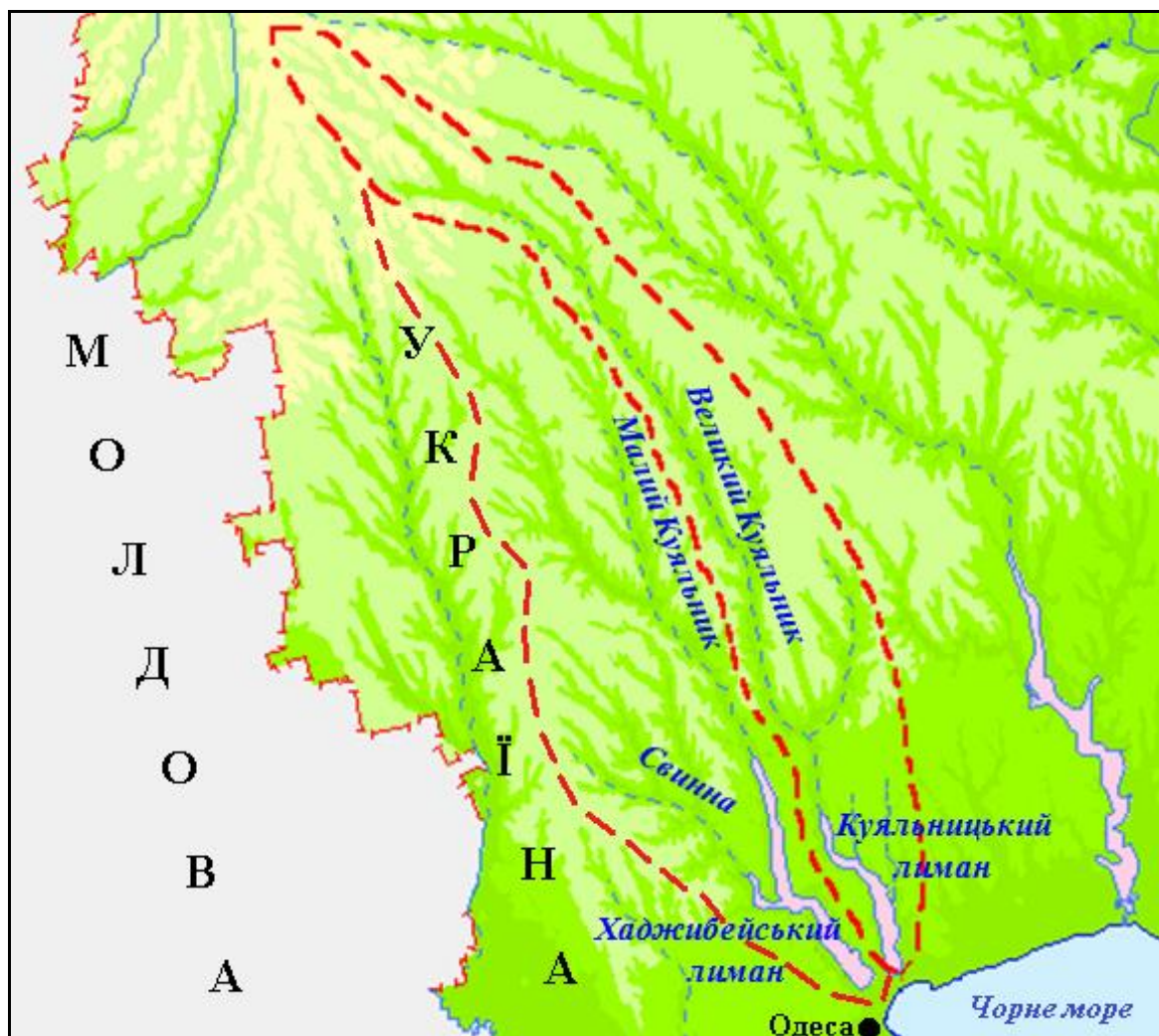


Рисунок 1.1 – Місцезнаходження Хаджибейського лиману (*а*) [25] та басейнів річок Малий Куяльник і Свинна (*б*) [38]

Північна частина лиману більш мілководна, в міру наближення до моря глибина зростає. Солоність води лиману в даний час складає 4-15 ‰ (природна сягає 22 ‰). Береги лиману високі (до 40 м), схильні до ерозії, зсувів і абразивним процесам. У південній частині лиману є дамба, що забезпечує підтримку його рівня вище рівня моря, в результаті чого відбуваються постійна фільтрація лиманних вод через пересип і підтоплення земель за межами дамби.

За адміністративним районуванням басейн Хаджибейський лиману розташований на землях Біляївського, Іванівського та Роздільнянського районів Одеської області [28].

Одещина відносно бідна природними ресурсами, її частка у природно-ресурсному потенціалі України становить лише 3,7%. Разом із тим вона має значні земельні ресурси та виділяється своїм рекреаційним потенціалом – клімат, море, лікувальні грязі, мінеральні джерела, ропа лиманів (у тому числі Хаджибейський лиман та його узбережжя) [27].

Зміни клімату, інтенсивна експлуатація земельних ресурсів, антропогенне перевантаження, невиконання вимог з охорони водних ресурсів та збереження курортних зон обумовило кризову екологічну ситуацію на водозборі Хаджибейського лиману.

## 1.2 Кліматичні умови в басейні лиману

За кліматичним районуванням водозбір Хаджибейського лиману відноситься до південної кліматичної області. На півночі розглядуваної території клімат теплий, помірно вологий із невеликою тривалістю залягання стійкого снігового покриву взимку. Середня частина характеризується дуже теплим, посушливим кліматом із відсутністю стійкого снігового покриву. У нижній частині водозбору клімат спекотний, посушливий із теплою зимою. Згідно із роботою досліджуваний водозбір належить до Південної Атлантико-Континентальної кліматичної області і вміщує в собі північний кліматичний район степової зони, південний кліматичний район степової зони та узбережжя степової зони [29].

Сумарна сонячна радіація (рис. 1.2) змінюється по території водозбору від 4300 МДж/м<sup>2</sup> на північному заході до 4600 МДж/м<sup>2</sup> – на південному сході. Особливістю клімату є значна кількість сонячних днів – до 290 на рік. Число днів із середніми добовими температурами понад 15°C змінюється від 110 до 140 у напрямку до морського узбережжя [25].

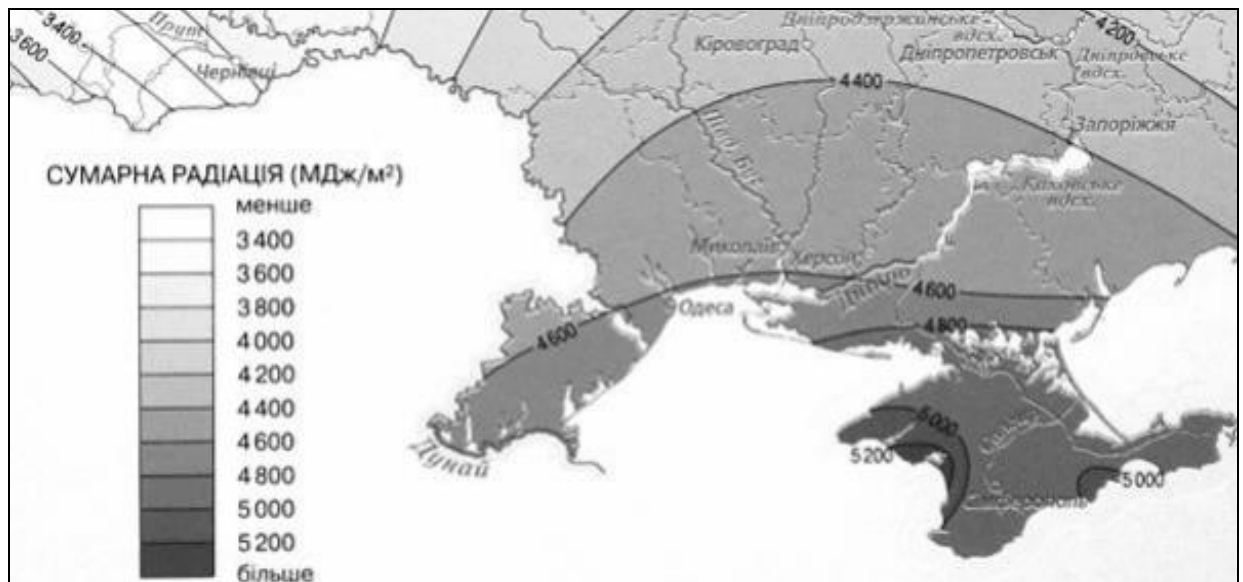


Рисунок 1.2 – Сумарна сонячна радіація за рік [25]

Взимку на погодні умови впливає Сибірський антициклон, значно меншим є вплив арктичних антициклонів. У теплий період переважає дія Азорського антициклону. Активна циклонічна діяльність пов'язана із південними циклонами, які надходять до Північно-Західного Причорномор'я від Середземного моря з жовтня до березня.

Влітку значна тривалість сонячного сяйва забезпечує високі температури повітря й поверхні суші. Найбільш теплі місяці – липень та серпень.

Взимку переважає нестійка похмура погода з частими відлигами та короткочасними похолоданнями. Відлиги виникають завдяки надходженню теплому середземноморського повітря, похолодання – арктичного.

Початок весни пов'язується із переходом температури через 0°C й відбувається у березні. Кінець весни та початок літа відповідає переходу температури через 15°C, яке відбувається у травні. Кінець літнього сезону також визначається за датою переходу температури повітря через 15°C. Близько 95% опадів має адвективне походження.

Опади холодного періоду випадають рівномірно і пов'язані із виходом на територію середземноморських циклонів або вторгненням холодних арктичних повітряних мас. Влітку опади зумовлені проходженням холодних фронтів з потужною конвективною хмарністю.

Природні кліматичні ресурси залишаються сприятливими для розвитку зеленого туризму та рекреації [25].

### 1.3 Коротка характеристика геологічних і гідрогеологічних умов

За гідрогеологічним районуванням розглядувана територія входить до Північного крила Причорноморського артезіанського басейну. На території басейну Хаджибейського лиману у верхній його частині поширені і використовуються підземні води середньосарматських відкладів, подекуди – балтських, тортонських, а також відкладів Київського ярусу полеогену ( $I^A_1$ ). Середня частина характеризується використанням підземних вод середньосарматських відкладів ( $I^D_1$ ), нижня – верхньосарматських, меотичних і понтичних відкладень ( $I^K_1$ ) [28]. У літологічному складі порід, які вміщують воду, переважають піщаники.

Неогенові відклади середньосарматського ярусу розміщені повсюди: на вододілах – на глибинах 130-150 м, в долинах річок і балок – 5-70 м, потужністю 30-80 м. Вони представлені вапняками, рідше мергелями, пісками, глинами. Неогенові відклади верхньосарматського ярусу розміщені в середній і південній частинах басейну: на вододілах – на глибині 80-120 м, а в долинах річок і балок – на глибинах 1-35 м, мають потужність 10-60 м, складаються з пісків, вапняків, інколи чередуються з глинами. Неогенові відклади меотичного шару розташовані в середній і південній частині басейну, на вододільному плато та на схилах, з глибиною від 1 м – на схилах, до 90 м – на вододілі, потужністю від 5 до 40 м, переважають глини з прошарками піску й алевритів.

Неогенові відклади балтської свити, яка знаходиться в північно-західній частинах басейну, на вододільному плато та на його схилах має глибину залягання від 0,5 м – на схилах до 46 м – на вододілі, потужність становить 3-120 м, склад – піски, інколи глинисті, з прошарками глини, глини піщані. Неогенові відклади понтичного шару, розташованого в середній і південній частинах басейну на вододільному плато та на його схилах, характеризуються глибиною, яка змінюється від 0,5 м – на схилах до 40 м – на вододілі, має потужність 2-50 м, переважають піски, вапняки, глини з прошарками піску. Неогенові відклади верхнього пліоцену (вододільне плато і схили) з глибинами від 1,5 м – на схилах до 20 м – на вододілі, з потужністю від 2 м – на схилах до 26 м – на вододілах представлені червоно-бурими глинами.

Літологічний склад відкладів пересипу між Одеською затокою Чорного моря та Хаджибейським лиманом представлений насипним шаром, зеленувато-сірим мулом, мулистим піском, уламками вапняку з перетертим детритом, піском кварцовим грубозернистим [25].

Через маловодність річок водозбору Хаджибейського лиману та антропогенний вплив на них використання підземних вод для господарсько-питного водопостачання призвело до того, що третина свердловин водозбору знаходиться у незадовільному технічному і санітарно-екологічному стані. Грунтові та артезіанські води мають високий вміст шкідливих речовин, які надходять до води з поверхні через недбалу господарську діяльність.

#### 1.4 Загальна орографічна характеристика басейну лиману та рельєф

Хаджибейський лиман знаходиться на північно-західному узбережжі Чорного моря, з північно-західної межі м. Одеса. Територія відноситься до степової зони, підтип – північно-степова зона. В геоморфологічному відношенні водозбірний басейн лиману розташований в межах району Дністровсько-Бузької акумулятивно-денудаційної плоскої слабо розчленованої лесової рівнини, підобласті Причорноморської пластово-акумулятивної низовини на неогенових відкладах, Причорноморської області пластово-акумулятивних і денудаційних низовин Східноєвропейської полігенної рівнини (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Карта-схема рельєфу басейну Хаджибейського лиману

Хаджибейський лиман характеризується добре вираженими прибережними схилами, представленими різнорівневими надзаплавними пліоцен-четвертинними терасами, схилами балок і ярів, схилами сучасних лиманних терас. Внаслідок збільшення крутизни проявляються ерозійні процеси, які призводять до зменшення загальної потужності ґрунту [26].

### 1.5 Гідрографічна мережа

Основну частину водних ресурсів у басейні Хаджибейського лиману становлять поверхневі води, які існують безпосередньо на поверхні суші (води річок, струмків, каналів) та природних і штучних водойм. Інтегральною характеристикою водних ресурсів є середні багаторічні величини річного стоку річок. Основними водотоками, які живлять лиман, є малі річки, серед яких основне місце належить річкам Малий Куяльник (із довжиною 89 км, похилом 0,8 ‰ та площею водозбору – 1540 км<sup>2</sup>) та Свинна (довжина – 41 км, похил – 1,7 ‰, площа водозбору – 772 км<sup>2</sup>) [6, 7] (рис. 1.4).

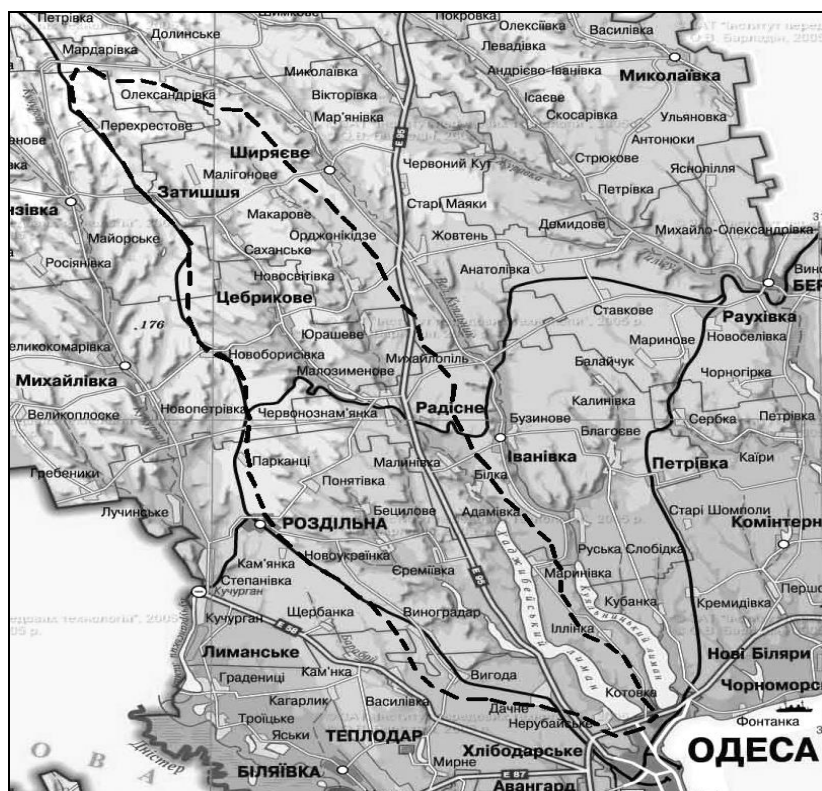


Рисунок 1.4 – Водозбірний басейн Хаджибейського лиману з річками Малий Куяльник та Свинна



Законодавчо в Україні виділена категорія земель, яка має назву земель водного фонду, до неї належать водоохоронні зони, прибережні захисні смуги, берегові смуги, смуги відведення, зони санітарної охорони, але законодавчі постанови не виконуються.

Особливістю більшості річок Північно-Західного Причорномор'я (у тому числі в басейні Хаджибейського лиману) є глибоке розташування багатих водою підземних горизонтів у сарматських відкладеннях. В міру наближення до моря ці горизонти ще більше заглиблюються, що спричиняє незначне живлення річок підземними водами та їх пересихання у дуже маловодні роки [10].

Поверхневі води не задовольняють потреби господарства та населення як за кількістю і якістю. Великою проблемою є скидання стічних вод у водотоки водозбору Хаджибейського лиману та в сам лиман. Очисні споруди знаходяться у незадовільному технічному стані. Через фінансові труднощі не здійснюється реконструкція каналізаційних мереж та очисних споруд. Вже протягом декількох десятиріч не будуються очисні споруди навколо Хаджибейського лиману. Скид стічних вод у Хаджибейський лиман здійснюється СБО «Північна» (м. Одеса).

## 1.6 Характеристика ґрунтів

Дані земельного фонду вказують на те, що більше 80% загальної площі на водозборі Хаджибейського лиману становлять сільськогосподарські угіддя, більшість з яких припадає на орні землі. Одним із основних критеріїв якісної оцінки сільськогосподарських угідь виступає родючість ґрунтів, яка визначається за таким показником як гумус. Від кількості гумусу залежить не лише врожайність рослин, але й спрямованість процесів формування ґрунту, їхнього екологічного стану, ландшафту, а також ефективність заходів по підвищенню родючості ґрунтів та охорони навколишнього середовища.

За характером схили переважно абразійно-зсувні, за винятком ділянок розвитку конусів виносу з яружно-балочної мережі. Своєрідність схилів обумовлює флористичну типологію.

За ґрунтово-географічним районуванням водозбірний басейн Хаджибейського лиману розташований у сухостеповій зоні із чорноземами мало-гумусними та слабо-гумусними з важко-суглинковим механічним складом, що утворилися під ковило-типчakovими степами в умовах посушливого клімату.

На території басейну переважають такі ґрунти: чорноземи південні важко-суглинисті та легко-суглинні, чорноземи звичайні малопотужні малогумусні важко-суглинкові і легко-глинкові, чорноземи звичайні середньогумусні важко- і легкосуглинкові, чорноземи звичайні середньогумусні потужні важко- і легкосуглинкові.

Басейн лиману розташований в ерозійному районі Чорноморсько-Приазовської провінції сильно розвиненої вітрової ерозії ґрунтів, тому структура ґрунтового покриву обумовлена процесами ерозії.

Високий ступінь розораності вододільних і привододільно-схилкових територій (близько 75%) є однією з причин різкого зменшення припливу річкових вод до лиману і його подальшого обміління.

Очевидною є тенденція до полегшення гранулометричного складу, зменшення вмісту гумусу і зміна структури верхніх горизонтів чорноземів. Однією з ймовірних причин цього є вітрова ерозія розораних ґрунтів в останні 30-50 років.

Основною ж причиною дегумософікації ґрунтів регіону є зменшення надходження до них рослинних залишків і практична відсутність внесення органічних добрив в останні десятиріччя. Інтенсивне землеробське освоєння територій рівнинних вододілів і привододільних пологих схилів призвело до інтенсифікації процесів виникнення зсувів і погіршення стану екосистеми Хаджибейського лиману.

Ділянки прибережно-берегових схилів, ускладнені ярами, балками і зсувами, оголеннями вапняків, які традиційно використовуються під пасовища, потребують проведення заходів щодо поліпшення травостою шляхом підсіву цінних в кормовому відношенні трав, ліквідації бур'янів. Найбільш обривисті ділянки узбережжя лиману необхідно повністю відвести під ґрунтозахисні, берего- та водоохоронні лісонасадження.

Ще одним напрямком збереження ґрунтового покриву та відновлення родючості земель стане відновлення природних угідь у місцях існування еродованих, засолених і заболочених земель та перетворення їх на степ, луки, чагарники, ліси [6, 26].

## 1.7 Характеристика біологічних ресурсів

Характеристика біологічних ресурсів водних екосистем має важливе значення при визначенні якості води водойм, прогнозування їх екологічного стану і можливих змін при антропогенному впливі на них.

Дані про видове різноманіття та структуру співтовариств гідробіонтів можуть бути використані для розробки заходів по збереженню біорізноманіття та вирішення питань стійкого функціонування водних екосистем. Відомості про популяційну структуру гідробіонтів можуть бути також використані для розрахунку продуктивності водних об'єктів.

### 1.7.1 Наземна флора і фауна

Долини Хаджибейського лиману та річок його басейну в екологічному відношенні є мозаїкою біотопів різних типів з перевагою яружно-балкових. Їх своєрідність зумовлена особливостями геоморфології, мезо- і мікроклімату, мозаїчним розподілом типів ґрунтів, експозицією схилів і сукупністю інших абіотичних факторів. Між тим, відповідно до сучасного геоботанічного районування України, дана водойма лежить в Одеському окрузі злакових і полиново-злакових степів, засолених луків, солончаків і рослинності карбонатних оголень. Цей округ належить до Чорноморсько-Азовської степової підпровінції Понтічної степової провінції Степової підобласті Євразійської степової області [3].

Степова рослинність схилів представлена спільнотами з пануванням ковилів (ковил Лессінга – *Stipa lessingiana*, ковил волосатик – *Stipa capillata*) і типчака валіського (*Festuca valesiaca*). На виходах вапняків концентрується петрофітно-степова рослинність з домінуванням келерії короткої (*Koeleria brevis*), чебреця двоформеного (*Thymus dimorphus*) тощо. Спільноти ковила Лессінга є найбільш наближеними до еталонних.

Амфібіальна рослинність представлена, в основному, формаціями очерету (*Phragmites australis*), осоки (*Carex acutiformis*) і галофітами. Галофітна флора зосереджена вздовж берегової смуги формаціями солеросу європейського (*Salicornia europaea*), зведи (*Suaeda prostrata*) та ін.

Лугова рослинність (головним чином формації пирію – *Elytrigietea repentis*, вівсяниці червоної – *Festuca rubra*, тимофіївки лукової – *Phleum pratense*, конюшини лугової і білої) зосереджена у тальвегах балок на перевідкладених ґрунтах. На схилах і в балках ростуть глід, шипшина, терен, лох сріблястий. Сформована штучно деревна рослинність зосереджена на кордоні плакору і схилів лиману. Тут розташовуються посадки з характерних для степового лісорозведення робінії (*Robinia pseudoacacia*), гледичії (*Gleditsia triacanthos*) з вкрапленнями абрикосу-жарделі, аличі.

У районі с. Паліївка – мають місце соснові лісонасадження.

Рудеральні спільноти утворені дурнишниками (*Xanthium albinum*, *Xanthium strumarium*), анізантії покрівельної (*Anisantha tectorum*).

У місцях випасу худоби є спільноти татарника колючого (*Onopordum acanthium*) і чортополоху (*Carduus acanthoides*).

Особливо цікавий той факт, що для лікування і профілактики більш ефективні лікарські рослини з району проживання хворого. З таких рослин тут відзначені: горицвіт весняний (*Adonis vernalis*), буркун лікарський (*Melilotus officinalis*), материнка звичайна (*Origánum vulgáre*), жовтець сирій (*Erysimum diffusum*), жостір проносний (*Rhamnus cathartica L.*), звіробій продірявлений (*Hypericum perforatum*), мордовник звичайний (*Echinops ritro*), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale*), подорожник великий (*Plantágo májor*), полини (*Artemisia spp.*), ріп'яшок аптечний (*Agrimonia eupatoria*), скумпія шкіряна (*Rhus cotinus*), спориш (*Polygonum aviculare*), деревії (*Achilléa spp.*), цикорій звичайний (*Cichorium intybus*), цмин піщаний (*Helichrysum arenarium*), чебрець двоформений (*Thymus serpyllum*), шипшина (*Rosa spp.*), зонтик колючий (*Phlomis Pungens*), кропива дводомна (*Urtica dioica*), коров'як (*Verbascum densiflorum*), лопух великий (*Arctium lappa*).

З наземною ентомофільною рослинністю тісно пов'язані комахи-запилювачі. Це насамперед дикі бджолині (*Hymenoptera, Apoidea*). По периметру схилів лиману виявлено понад 130 видів бджолиних із справжніх бджіл (*Apidae*), мегахілід (*Megachilidae*) і галіктід (*Halictidae*) та ін.

Більшість видів цих родин формують гнізда тільки на цілинних ділянках, якими є степові пологі і обривисті схили. Серед цих видів присутні спеціалізовані запилювачі люцерни (відомо, що домашня бджола люцерну не запилює) – дикі бджоли родів *Andrena*, *Melitta*, *Melitturga*, *Nomia*, *Rhopites*, *Eucera*. Доцільно відмітити наявність видів, які мають природоохоронний статус: дибка (*Saga pedo*), махаон (*Papilio machaon*), подалірій (*Iphiclides podalirius*), зегріс (*Zegris eupheme*), аврора (*Euchloe ausonia volgensis*), пістрянка (*Lygaena laeta*), ведмедиця гера (*Callimorpha quadripunctaria*), ведмедиця-хазяйка (*Callimorpha quadripunctaria*), бражник скабіозовий (*Hemaris tityus*).

### 1.7.2 Водні гідробіоти

Формування асоціації фітопланктону основної акваторії та інших водойм екосистеми Хаджибейського лиману нерозривно пов'язані між собою.

З початком значного опріснення лиману в 1931 р. очищеними стічними водами м. Одеса, морські форми фітопланктону в лимані були значною мірою витиснені прісноводними та складала не більше 4% від його загального складу.

Особливо виражений цей процес був в 60-х рр. ХХ ст., коли було виявлено 61 вид прісноводних водоростей, зокрема: зелених – 25 видів, діатомових – 17 видів, синьо-зелених – 7 видів, евгленових – 6 видів, пірофітових – 5 видів, золотистих – 1 вид.

Подальше зниження солоності зумовило домінування в прісноводних форм в верхів'ях та середній частині лиману. У зимово-осінній період фітопланктон найбільш різноманітно був представлений зеленими водоростями, а навесні великою різноманітністю відрізнялися діатомові водорості [3].

В період 2000-2003 рр. в фітопланктоні Хаджибейського лиману налічували близько 70 таксонів водоростей видового і субвидового рангів з відділів діатомових (*Diatomeae*) дінофітових (*Dinophyta*), зелених (*Chlorophyta*), синьо-зелених (*Cyanobacteria*), евгленових (*Euglenophyta*), золотистих (*Chrysophyta*), прімнезіофітових (*Haptophyceae*), прохлорофітових (*Prochlorophyta*). Найбільша питома вага припадає на частку прісноводних і прісноводно-солонуватоводних з масовими видами *Skeletonema subsalsum*, *Cyclotella meneghiniana*, *Rhizosolenia logiseta* (діатомеї), *Oocystis borgei*, *Monoraphidium arcuatum* (*Chlorophyta*), *Merismopedia tenuissima* (*Cyanobacteria*).

В останні роки за чисельністю переважають синьо-зелені водорості (70%), хоча основу біомаси (до 80%) складають діатомові. Загальна чисельність мікроводоростей за вегетаційний період в середньому складає 5680·10<sup>6</sup> кл./м<sup>3</sup>; біомаса – 11,972 г/м<sup>3</sup>, при цьому, 93-99% – це «кормовий» фітопланктон, тобто той, який може бути використаний у якості їжі гідробіонтами водойм (у тому числі, рибами).

У зоопланктоні Хаджибейського лиману в період з 1999 по 2004 рр. переважали коловертки (31%) і веслоногі ракоподібні (28%), гіллястовусі зустрічалися рідше та складали не більше 10%. Всього в лимані за цей період зафіксовано 32 таксони, з яких прісноводні організми складають 41% від загального складу, солонуватоводні – 18%, морські – 32%, евригаліні – 18%.

Зимовий зоопланктон представлений 11 таксонами. Основна частина – веслоногі. У складі зоопланктону в літній період відмічається більш ніж 20 таксонів з домінуванням коловерток (*Rotifera* = *Rotatoria*), веслоногих (*Copepoda*) і гіллястовусих (*Cladocera*) ракоподібних. Загалом переважають гіллястовусі, а в окремі роки, веслоногі.

Найбільш багатий видовий склад зоопланктону даної водойми восени – 22 таксони. У цей період домінують веслоногі (47-100% – від загальної біомаси), половину з яких складають прісноводні та евригалінні форми, а солонуватоводних – 17%.

В 2004 р. основу зоопланктону впродовж весняно-літнього періоду складала гіллястовусі ракоподібні (клагоцера). Біомаса зоопланктонних організмів варіювала від 1,8 до 4,2 г/м<sup>3</sup>. До осені чисельність і біомаса зоопланктону знизилася. Значно зростала чисельність копепод. В середньому чисельність зоопланктону складала 20,8 тис. екз./м<sup>3</sup>, при біомасі – 3,46 г/м<sup>3</sup>.

Зообентос Хаджибейського лиману загалом представлений обмеженим числом видів. Основу зообентосу складають поліхети, хірономіди, декаподи і амфіподи. За біомасою переважають декаподи. Чисельність зообентосу тут протягом року може змінюватись від 100 до 24000 екз./м<sup>2</sup>, а біомаса – від 3,87 до 104,65 г/м<sup>2</sup>. В середньому біомаса зообентосу становить 30,4 г/м<sup>2</sup>, а чисельність – 886 екз./м<sup>2</sup>. Організми сучасного мейобентосу представлені війковими хробаками (*Turbellaria*), круглими хробаками (*Nematoda*), немертинами (*Nemertini*), багатощетинковими хробаками (*Polychaeta*), малощетинковими хробаками (*Oligochaeta*), мушлевими раками (*Ostracoda*), еврибійнтами групи веслоногих рачків (*Harpacticoida*), бокоплавами (*Amphipoda*), кумовими раками (*Cumacea*), водними кліщами (*Acarina*), двостулковими молюсками (*Bivalvia*), личинками хірономід.

З десятиногих раків є креветка *Palaemon elegans*, яка була інтродукована в ці водойми в 70-ті рр. ХХ ст., витіснивши згодом автохтонну *Palaemon adspersus*, що вже з початку 80-х рр. ХХ ст. не зустрічається. В 1982 р. у водоймах виявлявся річковий рак *Astacus pachypus*, завезений з Дністровського лиману, але в даний час він не зустрічається. Також відома спроба акліматизації у водоймі далекосхідної креветки *Pandalus kessleri*, але цей вид не прижився.

Склад іхтіофауни та рибна продукція лиману впродовж останніх десятиліть неодноразово змінювалися в значних межах [23, 26]. Це пов'язано з особливостями гідролого-гідрохімічного режиму водойм (солоності води), станом кормової бази, змінами складу іхтіофауни, умовами відтворення аборигенних видів, об'ємами зарибнення та особливостями промислу.

За період з 2000 по 2017 рр. склад іхтіофауни Хаджибейського лиману майже не змінився: Короп (*Caprinus carpio L.*), Товстолобик білий (*Hypophthalmichthys molitrix Val.*), Бичок-кругляк (*Neogobius melanostomus Pall*), Кефаль піленгас (*Mugil soiuu Basilewsky*), Карась (*Carassius auratus Bloch.*).

В результаті господарської діяльності лиман був перетворений на водойму-накопичувач (водосховище). Внаслідок цього лиман вже на початку нинішнього століття позбувся аборигенної іхтіофауни, а формування його екосистеми та рибного населення в основному залежало від гідрохімічного й водного режимів, які головним чином створювалися штучно.

Іхтіофауна водойми формувалася і формується, до теперішнього часу, шляхом штучного зарибнення. У зв'язку з тим, що в лимані ведеться інтенсивний промисел, а природне відтворення з різних причин (скорочення площ нерестовищ, осолонення, вселення у водойму видів, нерест яких в цих умовах не можливий) малоефективне, рибопродуктивність лиману впродовж останніх 20 років прямо залежала від об'ємів і якості зариблення [18].

### 1.8 Бальнеологічні лікувальні ресурси

Бальнеологічні та лікувальні ресурси є важливою складовою оздоровлення, лікування та медичної реабілітації багатьох груп хворих. Хаджибейський грязьовий курорт, розташований на за 15 км від м. Одеса.

Солоні води лиману раніше (до початку скидання у водойму стічних вод м. Одеса) представляли собою ропу – насичений сольовий розчин. Ропу лиману хлоридно-натрієво-магнієва.

На дні лиману залягли шари сірого і чорного мулу. Чорний мул зустрічається до максимальної глибини і має запах сірководню. Площа, зайнята ним, становить 76,8 км<sup>2</sup>. Грязь містить безліч різних мінеральних часток і органічних речовин. Складні хімічні процеси і життєдіяльність різних бактерій додали мулової грязі лікувальні властивості. Хаджибейська грязь відносяться до сульфідних низько- і середньомінералізованих хлоридних магнієво-натрієвих. Потужність грязей коливається від 22 до 70 см, складаючи в середньому 37 см. Їх запаси в Хаджибейському лимані оцінюються в 14,05 млн. тонн або 11,048 млн. м<sup>3</sup>.

Застосовується аерогеліотерапія. У Хаджибейському санаторії лікували дітей із залишковими явищами поліомієліту. Кліматичні особливості курорту мають багато спільного із кліматом інших курортів Одеської групи й особливо нагадують клімат Куяльника [25].

## 2 ГОСПОДАРСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ В ХАДЖИБЕЙСЬКОМУ ЛИМАНІ

### 2.1 Використання лиману як водосховища для скиду стічних вод міста Одеса та інших населених пунктів

У ХХ та ХХІ сторіччях в басейні Хаджибейського лиману відбулися значні перетворення, основним з яких є створення штучних водойм для регулювання стоку річок в басейні лиману та використання лиману для скиду стічних вод м. Одеси. Одним з основних антропогенних чинників формування водно-сольового режиму та екологічного стану в лимані є скидання у водойму стічних вод м. Одеси з СБО «Північна» та ДНС № 4 і 5, КОС «НАТІ» (рис. 2.1) [30].

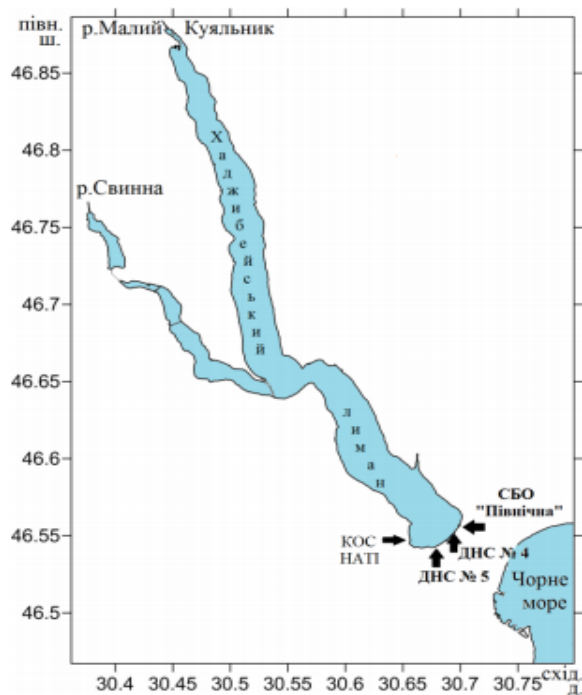


Рисунок 2.1 – Картосхема Хаджибейського лиману з розташуванням природних та антропогенних джерел надходження вод

Господарська діяльність на водозбірних басейнах, прибережно-схилових територіях і берегах Хаджибейського лиману призвели до деградації малих річок, що впадають в лиман.

Сільськогосподарське використання земель на прибережно-схилових територіях відбувається найчастіше з порушенням прибережної захисної смуги (від 200 до 2000 м) та водоохоронної зони.



Ще однією екологічною проблемою лиману є неочищені та недостатньо очищені стічні води, які, потрапляючи з підприємств промисловості, сільського господарства, комунгоспів і різних видів будівництва навколишніх населених пунктів (с. Холодна Балка, с. Усатове, с. Чоботарівка, с. Нова Еметівка, с. Нерубайське). Негативно впливає на якість води в лимані випасання худоби і зимове стійлове її утримання у тваринницьких фермах. Значні маси гною, що вивозяться на поля і городи, забруднюють поверхневі та ґрунтові води у басейні лиману [1, 13].

## 2.2 Водогосподарська діяльність і регулювання стоку в басейні лиману

Різке скорочення стоку річок в Хаджибейський лиман, внаслідок деградації водотоків і господарського освоєння прибережно-схилових територій, призвело до того, що основний вплив на водно-сольовий баланс водойми здійснюють атмосферні опади, скидні води з СБО «Північна» та водообмін з морем. Ця проблема актуальна майже для всіх закритих лиманів, що мають вкрай обмежений зв'язок з морем. Спроби регулювання водообміну лиману з морем проводилися протягом попередніх двох століть. В основному це були тимчасові канали для скидання стічних вод і недопущення прориву дамби в Хаджибейському лимані [12].

В останнє десятиріччя водний режим Хаджибейського лиману характеризувався як суттєвими підвищеннями рівня води у ньому (наприклад, у 2003 та 2006 рр. і 2016-2018 рр.), так і маловодними періодами (наприклад, 2007-2009 рр.).

Одним з основних антропогенних чинників підвищення рівнів води в лимані є скидання у водойму стічних вод м. Одеси СБО «Північна», а з природних – приплив води з водозбірного басейну водойми у багатоводні періоди та атмосферні опади, які випадають на водну поверхню лиману. Тому, навіть на фоні останніх маловодних 2007-2009 рр., коли рівні води в лимані були на 2-2,5 м нижче поверхні його греблі (3,1 м БС), за наявності значних водопіль і дощових паводків та скидів СБО «Північна», може виникнути небезпека переповнення лиману та переливу води через дамбу.

В той же час, припинення скидання вод СБО «Північна» в лиман у маловодні роки може привести до значного зменшення об'єму та рівнів води у водоймі, як, наприклад, в період з травня 2006 р. по жовтень 2007 р., коли середньомісячний рівень води за півтора роки знизився майже на один метр (з відмітки 1,47 м БС – у травні 2006 р., до 0,55 м БС – у жовтні 2007 р.).

Однак у посушливі роки основну роль у живленні та рівневому режимі лиману відіграє надходження стічних вод з СБО «Північна», в зону дії якої на стадії механічного очищення входять поля фільтрації (колишні поля зрошення). Обсяг стічних вод досягає в даний час 150-170 млн. м<sup>3</sup> у рік, що становить приблизно чверть всього обсягу лиману. Випаровування з поверхні при цьому в 2 рази перевищує приплив поверхневих вод.

Починаючи з 1965 р. обсяг води в лимані поступово збільшувався через збільшення скидання міських стічних вод. Для пониження рівня в 1969 р. був побудований канал лиман-море, а для запобігання затоплення пересипу – огорожувальна дамба біля південного берега лиману була піднята на 3 м. Частина води з лиману (30-50 млн. м<sup>3</sup>/рік) в окремі роки перекачувалася в Одеську затоку Чорного моря за допомогою спеціально побудованої насосної станції (КНС-25) і трубопроводу [11, 23].

### 2.3 Населені пункти та чисельність населення в басейні лиману

Територія Хаджибейського лиману відноситься до Біляївського району Одеської області. Всі населені пункти, що розташовані вздовж лиману з користю для людей і негативними наслідками для лиману використовують його у водогосподарській діяльності.

Серед населених пунктів на півдні Хаджибейського лиману розтаванні: с. Усатове, с. Нерубайське, с. Протопопівка; ближче до середини лиману: с. Холодна Балка, с. Черевичне, с. Чоботарівка; більш на північ лиману: с. Берегове, с. Нова Еметівка, с. Мале, с. Маринівка (рис. 2.2).

Найбільш заселеними селами, що використовують лиман, знаходяться на півдні: с. Усатове – до 8 тис. чол., с. Нерубайське – більше 8 тис. чол., с. Холодна Балка – близько 2 тис. чол. [29]. Інші населені пункти не мають такої кількості населення, але також продуктивно у своїх цілях використовують ресурсний потенціал лиману. Зараз реальна картина кількості та щільності населення на даній території значно погіршилась.

### 2.4 Автотранспорт та промислові підприємства в басейні лиману

Вздовж акваторії Хаджибейського лиману проходить значна кількість транспортних магістралей автомобільних і залізничних шляхів (рис. 2.3).



Основними автомобільними магістралями, що проходять навколо лиману, є: уздовж західного берегу лиману траса E95 «Одеса-Київ», яка за рахунок дамби майже відділяє основну акваторію лиману від Палійовської затоки; уздовж південного берегу лиману проходить автомагістраль E87 «Одеса-Рені-Ізмаїл», також проходить об'їзна дорога міста Одеси [13, 29].

## 2.5 Характеристика сільськогосподарської діяльності

У Біляївському районі немає крупних промислових підприємств, які близько розташовані до лиману. Основним видом господарської діяльності в районі є використання земель для сільськогосподарської діяльності та фермерських угідь.

Основна частина прибережної зони і берегів лиману використовується у господарстві, як сільськогосподарські угіддя (рілля, пасовища, сінокоси), а також для дорожнього і селітебного будівництва, що призводить до негативних наслідків (активізації ерозійних процесів, забруднення ґрунтів, знищення природних ландшафтів). Безпосередньо сам Хаджибейський лиман використовується у рибогосподарських цілях, але з малою ефективністю, здебільшого як риболовні бази для людей та в незначній мірі для промислу.

Поблизу прибережних територій лиману розташовані фермерські господарства [29].

### 2.5.1 Характеристика агропромислового комплексу

Агропромисловий комплекс є винятково важливою ланкою економіки всіх адміністративних районів Одеської області, у тому числі в басейні Хаджибейського лиману. Земельні ресурси, що представлені переважно чорноземними ґрунтами з високою природною родючістю. У сполученні з теплим степовим кліматом вони формують високий агропромисловий (сільськогосподарський) потенціал.

Більше 80% загальної площі на території водозбору Хаджибейського лиману становлять сільськогосподарські угіддя, 81-85% з яких припадає на орні землі. Багаторічні насадження займають 4-5%, пасовища – 11-15%. Основним критерієм родючості ґрунтів сільськогосподарських угідь є гумус, який впливає на врожайність рослин, процеси формування ґрунту, їхнього екологічного стану, ландшафту, а також ефективність заходів по підвищенню родючості ґрунтів та охорони навколишнього середовища.

Вміст гумусу в ґрунтах на водозбірному басейні лиману в середньому дорівнює 4-5%. Однак спостерігається дегумусофікація ґрунту за рахунок зменшення надходження рослинних залишків і внесення органічних добрив.

Інтенсивне землеробське освоєння територій рівнинних вододілів і привододільних пологих схилів призвело до інтенсифікації процесів виникнення зсувів і погіршення стану екосистеми Хаджибейського лиману.

Для оптимізації природоохоронно-екологічного стану ґрунтів і земель басейну Хаджибейського лиману запропоновано зменшити розораність схилів і збільшити частку трав в структурі сівозмін. Місцеві землі рекомендується відвести під сінокоси та ділянки з обмеженим випасом худоби [27].

Природні умови сприятливі для вирощування озимих зернових, кукурудзи, ячменю, соняшника, ріпак, винограду і впливають на регіональну спеціалізацію і організацію сільськогосподарського виробництва.

#### 2.5.2 Характеристика рибогосподарського комплексу

Значні коливання солоності води в Хаджибейському лимані зумовили формування специфічного іхтіокомплексу, який має відносно недавню історію, і представлений евригалінними та мезогалінними видами риб [3].

В зв'язку з виникненням частих сукцесій гідробиоценозів, іхтіофауна Хаджибейського лиману не відрізняється біорізноманіттям.

Видовий склад риб лиману включає близько 20 видів риб (табл. 2.1), з яких всі види, що мають промислове значення, є самовселенці або штучно інтродуковані в водойму. Основу промислу складають піленгас, судак, карась, окунь, товстолобики, короп і бички.

До «аборигенної» іхтіофауни водойми відносяться такі види, які мешкають в лимані найбільш тривалий час, тобто – виключно представники сімейства бичкових *Gobiidae*.

У 1980 р. відбулося перше зарибнення лиману цьоголітками срібного карася (2 млн. екз.). Оскільки мальків карася виловлювали в плавневій ділянці Дністровського лиману та в придунайських озерах, разом з ними в Хаджибейський лиман були завезені мальки ляща, щуки, сома, густери та багатьох інших прісноводних риб, а також раки.

В продовж наступних років з'ясовувалось, що лящ, щука, тараня, раки та деякі інші види не знайшли у водоймі вселення сприятливих умов для природного відтворення. Тому вже протягом найближчих 2-3 років завезені «несанкціоновані» вселенці були виловлені, а їх потомство надалі в лимані не зустрічалось.

Таблиця 2.1 – Видовий склад іхтіофауни Хаджибейського лиману в 2000 та 2011 рр. [3]

Види	Іхтіофауна в різних частинах лиману по роках					
	Верхня частина		Середня частина		Нижня частина	
	2000	2011	2000	2011	2000	2011
Короп ( <i>Caprinus carpio L.</i> )	++	+	+	+	++	++
Товстолобик білий ( <i>Hypophthalmichthys molitrix Val.</i> )	++	++	+	++	++	++
Товстолобик строкатий ( <i>Aristichthys nobilis Rich</i> )	+	++	+	++	++	++
Білий Амур ( <i>Ctenopharingodon idella Val.</i> )	+	+	+	+	++	+
Судак ( <i>Lucioperca lucioperca L.</i> )	++	++	++	++	++	++
Окунь ( <i>Perca fluviatilis L.</i> )	+	+	+	+	+	+
Лящ ( <i>Abramis brama L.</i> )	++	–	+	–	–	–
Карась ( <i>Carassius auratus Bloch.</i> )	++	++	++	++	++	++
Густера ( <i>Blicca bjoerkna L.</i> )	+	–	–	–	–	–
Тараня ( <i>Rutilus rutilus hesheli Schlegel</i> )	+	–	–	–	+	–
Осетер російський ( <i>Acipenser guldenstadti Brandt</i> )	–	–	–	–	–	–
Бичок-зеленчак ( <i>Gobius ophiocephalus Pallas.</i> )	++	–	++	–	–	–
Бичок-пісочник ( <i>Neogobius fluviatilis Pallas.</i> )	++	++	++	++	++	++
Бичок-кругляк ( <i>Neogobius melanostomus Pall</i> )	+	++	++	+	+	+
Кефаль піленгас ( <i>Mugil soiuu Basilewsky</i> )	++	++	++	++	++	++
Колюшка ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> )	++	++	++	++	++	++
Поматосхистус ( <i>Pomatoshistus leopardikus microps Risso</i> )	++	++	++	++	++	++
Камбала-глоса ( <i>Platichthys flesus luscus Pall</i> )	–	–	–	–	–	–

Примітки до табл. 2.1:

«–» – не зустрічаються;

«+» зустрічаються рідко;

«++» – зустрічаються в промислових кількостях.

Разом з тим чисельність прісноводних риб стрімко росла. Цьому в значній мірі сприяли природні нерестовища, що розташовані у верхів'ях Хаджибейського лиману (с. Білка), де щорічно проходив масовий нерест карася, коропа та інших цінних прісноводних видів.

З 1985 р. лиман почали додатково зариблювати молоддю коропа та рослиноїдних риб. У цей період центральна частина Палійовської затоки – гирлово-плавнева ділянка р. Свинна (площею приблизно 600 га), була відокремлена від решти акваторії лиману та передана Одеському обласному рибному комбінату для вирощування прісноводних риб (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Супутниковий знімок та схема верхньої частини Хаджибейського лиману з штучною ① рибогосподарською водоймою

Ця частина верхів'я Хаджибейського лиману перетворилася на прісноводну рибогосподарську водойму з штучним зарибленням і додатковою годівлею риб. Верхня частина цієї рибогосподарської водойми – від греблі між с. Отрадове та с. Болгарка до с. Єгорівка, зариблювалася коропом, карасем, пліткою, щукою, судаком і окунем, виключно за рахунок природного нересту на нерестовищах, що збереглися в гирлово-плавневій ділянці р. Свинна. Нижня частина – Палійовська рибдільниця Одесарибгоспу (на той час), використовувалася для товарного вирощування коропа та рослиноїдних риб (карася, коропа білого і строкатого товстолобика, судака та окуня). Зустрічалися також бичок пісочник, кругляк, зеленчак і тараня).

Найнижча ділянка Палійовської затоки – від нижньої греблі Одесарибгоспу до моста автодороги «Одеса-Київ», зариблювали коропом, карасем і рослиноїдними рибами та використовували для любительського рибальства (ділянка УТМР).

В результаті будівництва водосховища вище с. Єгорівка та трьох гребель розташованих вище с. Отрадове, по одній з яких пройшла залізнична гілка (зараз залізничне полотно вже відсутнє), а по іншим двом – автомобільні дороги, стік р. Свинна перехоплюється. Крім цього, за рахунок штучної годівлі риб значною кількістю комбікормів, відбулося їх поступове замулення, про що також свідчать данні батиметричної зйомки цих водойм ОДЕКУ в 2011 р.

Відсутність прісноводного стоку також призвела до підвищення солоності води до 30 ‰ – влітку 2011 р.

В зв'язку з втратою нерестовищ, відгороджених греблями, чисельність і улови промислових видів прісноводних риб почали катастрофічно знижуватися.

В 90-х рр. ХХ ст. іхтіофауна була представлена лише нечисленним бичком пісочником, тугорослим карасем, який майже не зустрічався, колюшкою та бичком поматосхистусом. В той же час, улови в межах рибдільниці Одесарибгоспу, яка зариблювалася річниками коропа та рослиноїдних риб продовжували рости. В середині 90-х рр. ХХ ст. улови в межах рибдільниці Одесарибгоспу досягли свого максимуму – 610-650 т/р (більше 1 т/га). В основному тут ловили білого та строкатого товстолобика, білого амура, коропа, карася, окуня і судака.

Іхтіофауна станом на 2011 р. тут повністю відсутня, як вона відсутня і в майже пересохлому водосховищі вище с. Єгорівка.

Палійовська рибдільниця в зв'язку з підвищенням солоності води (більш ніж 30 ‰ – влітку 2011 р.) також практично втратила свою іхтіофауну, яка почала відновлюватися тільки після поступового припливу відносно прісних вод, солоністю приблизно 6 ‰, з Палійовської затоки (за рахунок розчищення шандорного вузла в греблі водойми в липні 2011 р.), що призвело до зниження солоності води (до 14-16 ‰ – восени 2011 р.).

Покращення гідролого-гідрохімічного режиму водойм екосистеми Хаджибейського лиману дозволить використовувати їх, як природне нерестовище піленгаса, глоси, бичків і креветки тощо. В сполученні з поновленням роботи Палійовського риборозплідника, це дозволить забезпечити Хаджибейський лиман достатніми об'ємами рибопосадкового матеріалу цінних об'єктів культивування (піленгаса, глоси, бичків і креветки тощо) [24].



Іншим не менш привабливим і перспективним напрямком розвитку аквакультури у Хаджибейському лимані може бути вирощування осетреподібних і камбали-калкани. Як показали попередні дослідження, при нормалізації водообміну і підтримці солоності води в межах 6-11 ‰, ці риби цілком придатні для культивування. Найбільш перспективним напрямком рибогосподарського використання Хаджибейського лиману є експлуатація стада піленгаса *Liza haematocheila*, як виду найбільш адаптованого до сучасних умов водойми.

### 2.5.3 Характеристика тваринництва на території басейну лиману

Тваринництво на території басейну та в районі Хаджибейського лиману пов'язано з утриманням фермерських господарств.

Основні напрями виробничої спеціалізації в тваринництві є розведення великої рогатої худоби, свиней, овець і птиці, виробництво молока, м'яса, яєць і вовни.

Тваринництво завдає найбільшої шкоди середовищу лимана із всього сільського господарства. Велика концентрація поголів'я худоби на обмеженій площі, зміна традиційних форм його утримання зумовлюють використання великої кількості води, яка після використання без очистки потрапляє зі стоком в лиман та підземні водоносні горизонти, що призводить до евтрофікації водойми, розвитку патогенних мікроорганізмів, забрудненню сірководнем, аміаком, молекулярним азотом та іншими сполуками [27].

### 3 ГОЛОВНІ ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ

Хаджибейський лиман є однією з найбільших водойм в групі закритих водойм північно-західного узбережжя Чорного моря.

Суттєвим фактором нищівної трансформації гідроекосистеми Хаджибейського лиману є загальне зневоднення водозбору, посилене макрокліматичними змінами у бік аридності. Причому ця руйнація дуже посилена антропогенним фактором прямої дії – перекриттям русел малих річок (р. Малий Куяльник та р. Свинна), пасовищною дегресією, засміченням стихійними звалищами сміття тощо. Наслідковими проявами в цих умовах є значущі зміни стану біоти, яка є невід’ємною складовою водної екосистеми лиману. Гідроекологічний режим лиману також залежить від скиду вод з СБО «Північна».

На березі лиману розташовані ряд поселень – с. Усатове (у селі існує санаторій «Хаджибей»), с. Нерубайське, с. Холодна Балка та інші, дачні масиви, у верхів’ях лиману – тваринницькі фермерські господарства, які спричинюють забруднення лиману. Однак основним джерелом забруднення є скид каналізаційних вод м. Одеси. Під час курортного сезону стічні води з СБО «Північна» в Одеску затоку не скидаються, а скидаються у пониззя лиману, що призвело до зниження солоності лиману з 20-25 до 5-6 ‰. Зимом надлишок води з лиману перекачували за допомогою КНС-25 до моря.

#### 3.1 Змінна рівнів та солоності води в лимані

Стаціонарні гідрологічні спостереження в Хаджибейському лимані виконуються, починаючи з 09.07.1933 р. (17.12.1944 р.), на водомірному посту в с. Усатове, що знаходиться на греблі лиману [2, 31].

Площа водозбірної басейну лиману, яка замикається на водомірному посту в «Усатове», дорівнює 2700 км<sup>2</sup>. Середня багаторічна площа водної поверхні (водного дзеркала) лиману складає  $F_{\text{дз}} = 33,0$  км<sup>2</sup>.

Позначка нуля графіка водомірного поста «Усатове»  $H_0$  в Балтійській системі висот (БС) становить мінус 2,87 м БС (визначена нівелюванням IV класу Геодезичною службою у 1955 р.). Відмітка контрольного репера  $H_{\text{Рр6}}$  дорівнює 3,360 м БС (закладений 20.10.1983 р., відмітка перевірена 21.08.2006 р.).

Хаджибейський лиман відокремлений від Чорного моря пересипом, а від пересипу – дамбою. Позначка поверхні (гребня) дамби (за даними технічної справи поста) становить 2,30-2,70 м БС, а за даними нівелювання IV класу, виконаного ОДЕКУ 07.10.2011 р., в створі водомірного поста «Усатове» позначка дамби в середньому дорівнює 3,00 м БС.

Лиман з'єднується з Чорним морем каналом, який має шлюзи для регулювання рівня води у водоймі. Позначка дна з'єднувального каналу «лиман-море» (за даними нівелювання, виконаного ОДЕКУ 07.10.2011 р.) в місці витoku каналу з Хаджибейського лиману становить близько 1,00 мБС.

Солоність (мінералізація) води Хаджибейського лиману тісно пов'язана з водним режимом водойми [8]. З урахуванням цього, для визначення розрахунково-прогностичних значень солоності води лиману, отримана емпірична залежність солоності  $S$  від рівня води  $H$  в лимані, яка апроксимується експоненціальним рівнянням вигляду:

$$S = 15,34 \cdot e^{-0,3 \cdot H}, \quad (3.1)$$

де  $S$  – солоність води в лимані, ‰ (г/дм<sup>3</sup>);

$H$  – рівень води в лимані на водомірному посту «Усатове», м БС.

Ця залежність є досить надійною, про що свідчить високе значення детермінанта зв'язку  $R^2 = 0,75$  (рис. 3.1).

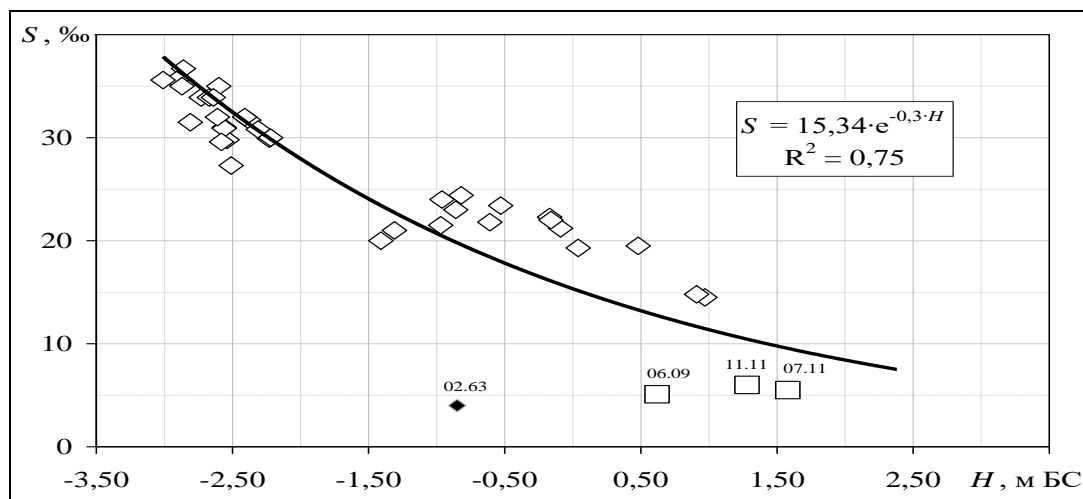


Рисунок 3.1 – Зв'язок солоності та рівнів води Хаджибейського лиману

$S = f(H)$ , за даними М.Ш. Розенгурта[14] та ОДЕКУ[2, 14]:

◇ – середньомісячна солоність води за даними М.Ш. Розенгурта (1950-1970 рр.); □ – середньомісячна солоність води в лимані за даними ОДЕКУ (2009-2011 рр.); ◆ – мінімальна солоність води в лимані після припливу прісних вод з басейну водойми під час екстремального водопілля в лютому 1963 р. [14]

Багаторічний хід середньомісячних рівнів води Хаджибейського лиману за 1960-2010 рр. представлений на рис. 3.2.

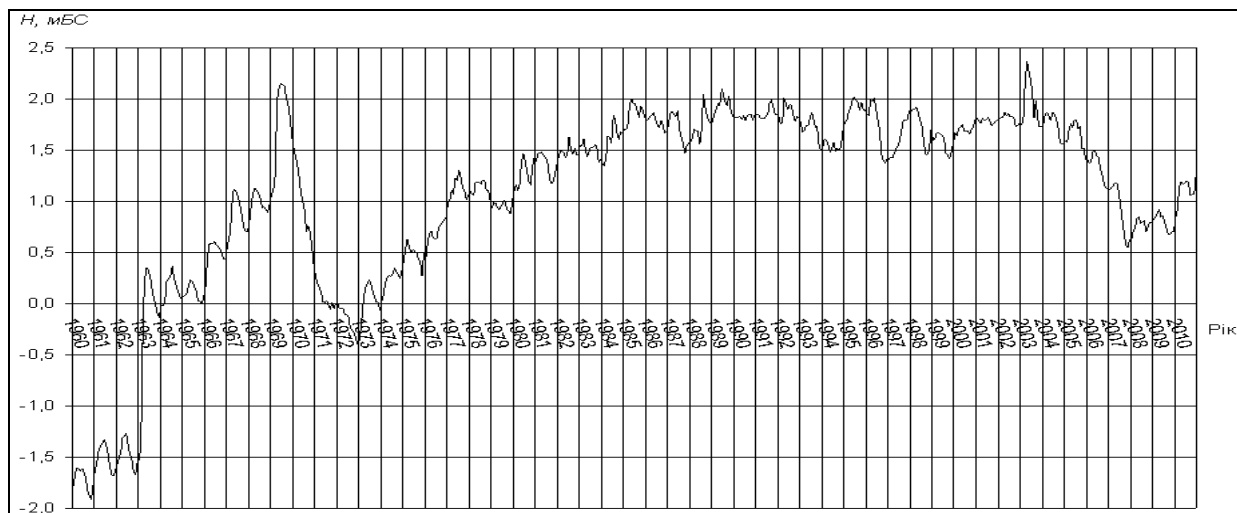


Рисунок 3.2 – Багаторічний хід середньомісячних рівнів води Хаджибейського лиману за період з 1960 по 2010 рр. [2]

З рис. 3.2 видно, що значний підйом рівнів води спостерігався у 1963 і 1969 рр. Пізніше, у 1970-1972 рр., відбулося зниження рівня за рахунок введеного в експлуатацію каналу для скидів води з лиману до моря.

З 1973 по 1983 рр. рівень води в лимані щороку поступово підвищувався і в 1984 р. середня позначка поверхні води в лимані становила близько 1,80 м БС, яка трималася до 2004 р.

В 2003 р., за рахунок значного припливу води з водозбірного басейну водойми в період «дружного» зимово-весняного водопілля, середньомісячні рівні води в Хаджибейському лимані досягали позначки 2,30 м БС.

З 2005 р. рівень води у лимані почав поступово зменшуватись, досягнувши в 2007 р. позначки 0,60 м БС (при відсутності скидів води з СБО «Північна»).

В 2010 р., за рахунок весняного водопілля та відновлення скидів води з СБО «Північна», рівень води в лимані підвищився до позначки 1,00 м БС, а в 2011 р. – до позначки 1,50-1,60 м БС.

Згідно з даними д. геогр. н., проф. Ю. С. Тучковенко та магістра океанолога М. О. Козлова водний режим Хаджибейського лиману визначається як природними, так і антропогенними чинниками. До числа природних чинників відносяться: об'єми стоку річок Малий Куяльник та Свинна, кількість атмосферних опадів, які випадають на водне дзеркало лиману, та інтенсивність випаровування з нього [30].

Антропогенними чинниками, які значною мірою визначають мінливість рівня води в лимані, є надходження зворотних, частково очищених стічних вод м. Одеси з СБО «Північна», а також дренажних вод з полів зрошення від насосних станцій ДНС № 4, ДНС № 5 та з КОС «НАТІ» (с. Нерубайське Біляївського району Одеської області) [11].

На рис. 3.3-3.6 показана внутрішньорічна мінливість багаторічних середньомісячних значень гідрометеорологічних чинників, які формують водний баланс Хаджибейського лиману: шару атмосферних опадів (рис. 3.3), температури повітря (рис. 3.4), шару випаровування (рис. 3.5), витрат води річки Малий Куяльник (рис. 3.6).

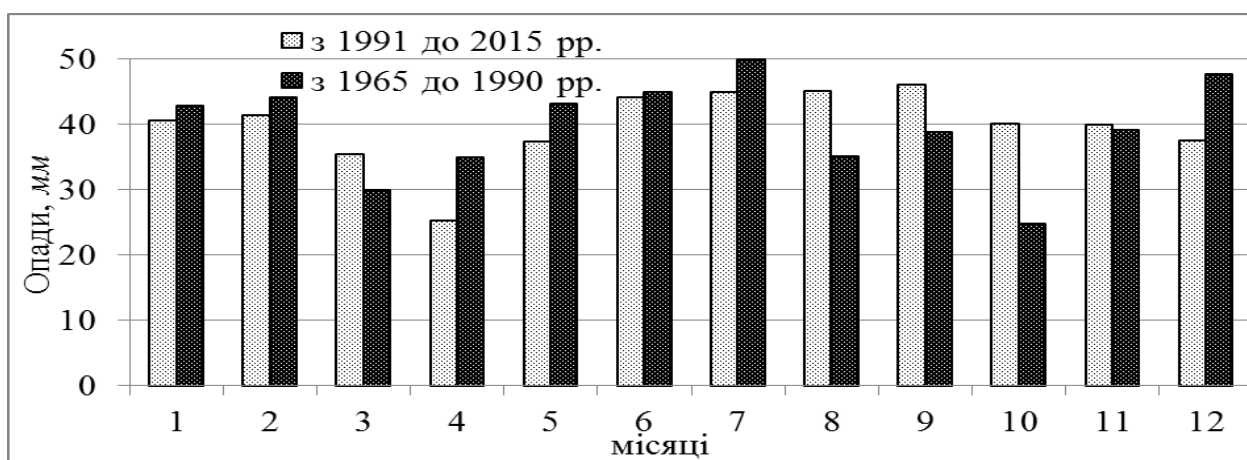


Рисунок 3.3 – Внутрішньорічна мінливість середніх багаторічних місячних шарів атмосферних опадів, мм, за даними гідрометеорологічної станції «Одеса-Обсерваторія», у періоди до і після початку кліматичних змін

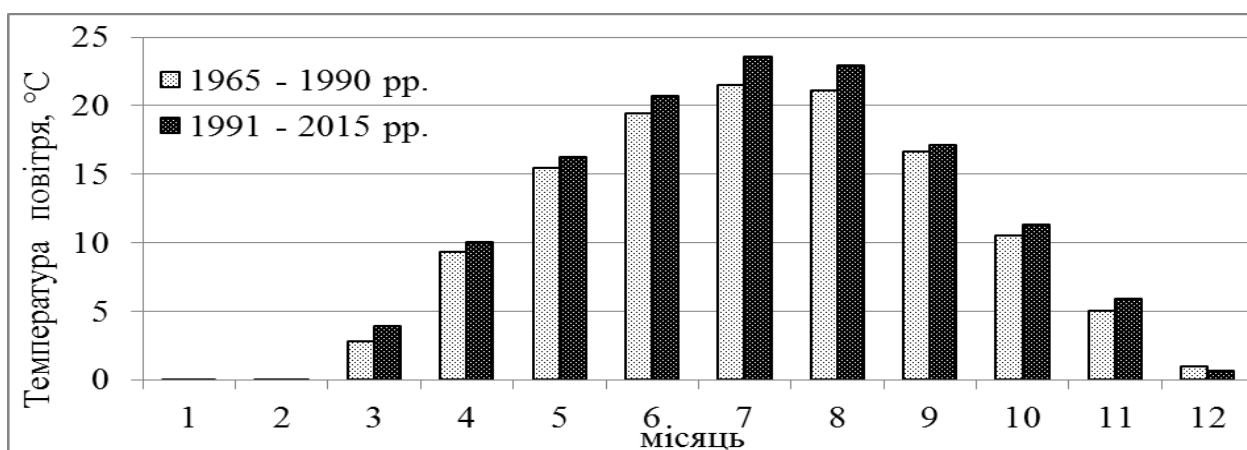


Рисунок 3.4 – Середній багаторічний річний хід середньомісячних температур повітря, °С, за даними гідрометеорологічної станції «Одеса-Обсерваторія», у періоди до і після початку кліматичних змін

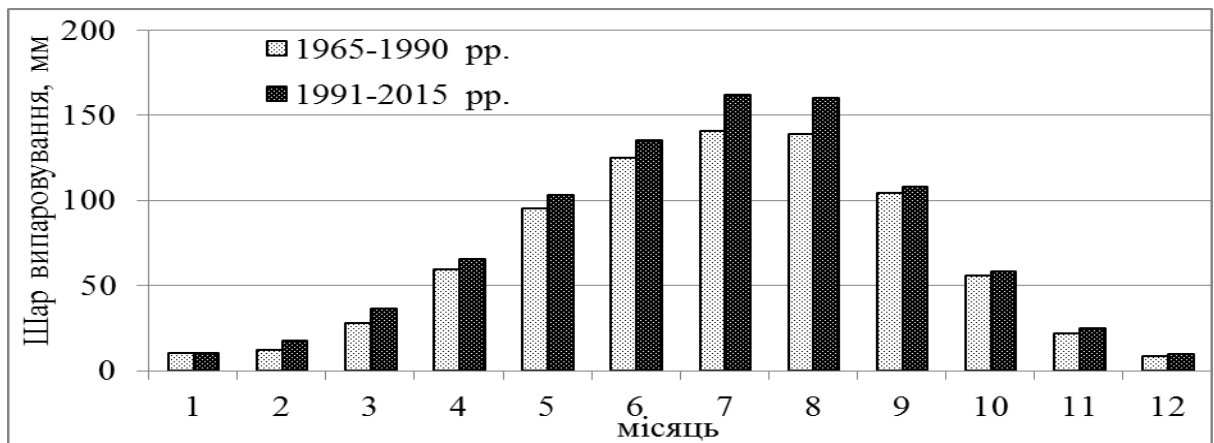


Рисунок 3.5 – Внутрішньо річна мінливість середніх багаторічних маячних шарів випаровування з поверхні лиману, мм, у періоди до і після початку кліматичних змін

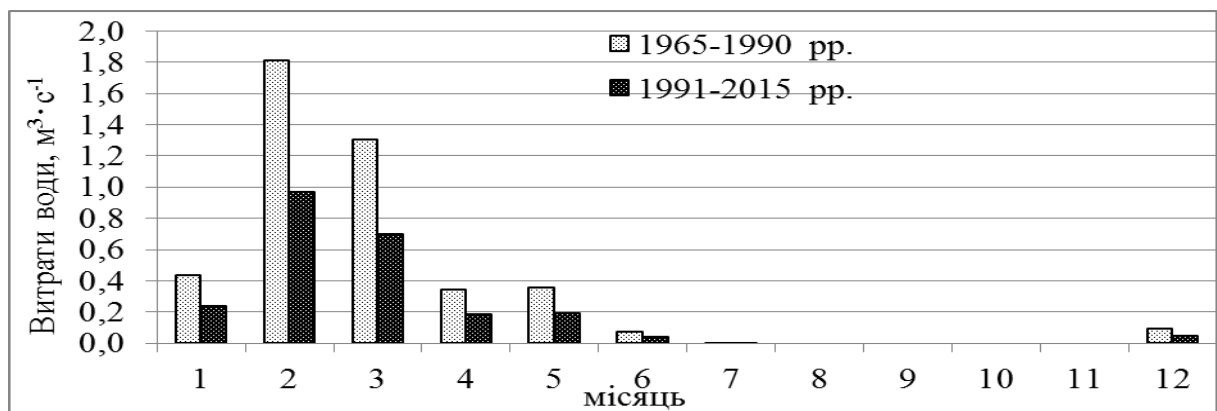


Рисунок 3.6 – Середній розподіл місячних витрат води річки Малий Куяльник, у періоди до і після початку кліматичних змін

Таблиця 3.1 – Зміни природних складових річного балансу прісних вод Хаджибейського лиману, у періоди до (1965-1990 pp.) і після (1991-2015 pp.) початку кліматичних змін

Складові річного водного балансу, млн. м <sup>3</sup>	1965-1990 pp.	1991-2015 pp.
Прибуткові:		
Об'єм стоку р. Малий Куяльник ( $P=50\%$ )	11,8	6,29
Об'єм стоку р. Свинна ( $P=50\%$ )	5,07	0
Об'єм атмосферних опадів	54,7	54,9
Витратні:		
Об'єм випаровування	91,7	102,23
Дефіцит водного балансу	20,13	41,04

З за даними табл. 3.1 можна зробити висновки, що навіть до початку кліматичних змін природний прісний баланс лиману був від'ємним і складав 20,1 млн. м<sup>3</sup>, але внаслідок зміни кліматичних умов дефіцит водного балансу збільшився вдвічі – до 41,0 млн. м<sup>3</sup> [30].

### 3.2 Надходження стічних вод у лиман з СБО «Північна»

СБО «Північна» приймає 65% виробничих і комунально-побутових стоків міста, в основному з центральної частини міста, а також районів Пересипу, Молдаванки, Слобідки, ж/м Котовського, 7-го км, Овідіопольської дороги і частково Малиновського району.

Стічні води піддаються механічній та біологічній очистці, а потім скидаються в море або Хаджибейський лиман.

Незважаючи на скидання стічних вод, співвідношення основних іонів у воді лиману майже не змінилося.

Хімічний склад води коливається по довжині акваторії лиману в незначних межах. Води лиману відносяться до хлоридно-натрієвого класу.

Деградація цінних в лікувальному відношенні ропи і грязі Хаджибейського лиману викликає особливе занепокоєння. Їх цілющі властивості різко погіршилися, що пояснюється багаторічними скидами стічних вод з очисних споруд СБО «Північна» [9, 11].

Негативний вплив скидів господарсько-побутових стічних вод СБО «Північна» проявляється, перш за все в мікробіологічному забрудненні, посиленні накопичення опадів, руйнуванні природних середовищ існування гідробіонтів. Крім того, це також проявляється у безперервному забрудненні води і донних відкладень нафтопродуктами, СПАР, мінеральними і органічними біогенними речовинами та іншими забруднюючими речовинами (табл. 3.2 та 3.3).

Таким чином, Хаджибейський лиман перетворився у водосховище або водойму-накопичувач господарсько-побутових вод м. Одеса.

Відновлення лікувальної цінності грязей Хаджибейського лиману видається проблематичним, так як вони стали токсичними і забрудненими хвороботворними бактеріями.

Зниження обсягу виробництва за останні десятиліття призвело до зміни складу неочищених міських стічних вод, що надходять на СБО «Північна» та КОС «НАТІ» (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Контрольовані показники якості стічних вод на вході до СБО «Північна» в 2009 та 2010 рр. (дані ХБЛ СБО «Північна») [21]

Контрольований показник	Рік			
	2009		2010	
	Інтервал зміни показника, мг/дм <sup>3</sup>	Середня значення показника, мг/дм <sup>3</sup>	Інтервал зміни показника, мг/дм <sup>3</sup>	Середня значення показника, мг/дм <sup>3</sup>
Завислі речовини	65,50-208,50	137,50	155,80-228,00	190,70
БСК <sub>5</sub>	135,7-190,7	150,2	167,4-209,2	190,6
БСК <sub>пов</sub>	180,5-253,6	200,0	222,6-278,2	253,5
ХСК	239,2-364,3	293,7	227,2-401,6	316,0
Перманганатна окислюваність	56,4-71,0	64,8	65,5-77,5	71,6
Азот амонійний, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	11,90-16,20	14,00	9,28-15,75	13,10
Азот нітратний, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,22-0,60	0,50	0,25-1,43	0,70
Азот нітритний, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,035-0,226	0,085	0,086-0,115	0,107
Фосфати	8,03-26,3	15,0	12,3-25,3	18,9
Хлориди, Cl <sup>-</sup>	71,0-177,0	126,0	885,0-293,4	155,2
Сульфати, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	162,0-240,0	200,8	171,0-346,5	278,2
Сухий залишок	506,0-1404,0	955,7	890,0-1393,9	1095,3
Нафтопродукти	–	–	–	–
Залізо загальне	–	–	–	–
pH	7,4-8,0	7,7	7,4-7,9	7,7
СПАР	–	–	–	–
Розчинений кисень	–	–	–	–
Колі-індекс	0,55·10 <sup>-9</sup> -9·10 <sup>-9</sup>	1,6·10 <sup>-9</sup>	2,5·10 <sup>-8</sup> -2·10 <sup>-10</sup>	1,6·10 <sup>-9</sup>
Загальне мікробне число	3,3·10 <sup>-5</sup> -5·10 <sup>-6</sup>	2,2·10 <sup>-6</sup>	4,5·10 <sup>-5</sup> -1·10 <sup>-7</sup>	3,9·10 <sup>6</sup>

Примітка до табл. 3.2:

«–» – вимірювання не проводилися.



Таблиця 3.3 – Контрольовані показники якості очищених стічних вод на виході з СБО «Північна» у 2009 та 2010 рр. [21]

Контрольований показник	Рік			
	2009		2010	
	Інтервал зміни показника, мг/дм <sup>3</sup>	Середня значення показника, мг/дм <sup>3</sup>	Інтервал зміни показника, мг/дм <sup>3</sup>	Середня значення показника, мг/дм <sup>3</sup>
Завислі речовини	7,00-12,00	11,00	9,00-13,00	11,67
БСК <sub>5</sub>	8,70-12,30	10,45	9,50-10,70	9,90
БСК <sub>пов</sub>	11,57-16,36	13,90	12,64-14,23	13,17
ХСК	63,1-97,0	79,0	70,0-107,2	85,4
Перманганатна окислюваність	7,7-13,1	9,2	8,0-14,7	11,4
Азот амонійний, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	5,00-7,50	6,50	3,90-6,50	5,02
Азот нітратний, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,10-5,80	3,80	1,40-6,60	4,73
Азот нітритний, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,180-1,070	0,840	0,193-0,815	0,509
Фосфати	2,60-3,70	3,00	2,10-2,80	2,43
Хлориди, Cl <sup>-</sup>	106,0-295,0	129,6	106,0-284,0	183,2
Сульфати, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	200,0-289,0	220,0	152,0-318,0	232,0
Сухий залишок	688,0-1050,0	810,0	856,0-1354,0	1083,3
Нафтопродукти	0,0	0,0	0,0	0,0
Залізо загальне	0,06-0,13	0,11	0,05-0,09	0,08
pH	7,00-7,60	7,54	7,30-7,80	7,30
СПАР	0,016-0,036	0,026	0,022-0,036	0,035
Розчинений кисень	4,2-13,1	9,2	4,1-5,0	5,7
Колі-індекс	3,0·10 <sup>6</sup> -1,0·10 <sup>8</sup>	4,3·10 <sup>7</sup>	9,0·10 <sup>5</sup> -6,0·10 <sup>7</sup>	2,1·10 <sup>7</sup>
Загальне мікробне число	3,0·10 <sup>3</sup> -1,0·10 <sup>5</sup>	3,7·10 <sup>4</sup>	3,0·10 <sup>3</sup> -7,0·10 <sup>4</sup>	2,3·10 <sup>4</sup>

За своїм складом стічні води з СБО «Північна» наближаються до господарсько-побутового стоку. У них різко зменшилася в порівнянні з проектними величинами вміст завислих речовин, органічних і неорганічних сполук, показники БСК<sub>5</sub> та ХСК.

На підставі аналізу даних про показники якості неочищених стічних вод на вході на очисні споруди СБО «Північна» і очищених стічних вод на виході з них [33, 34, 37] можна зробити такі висновки.

1. На очисні споруди надходять стічні води, показники яких задовольняють вимогам для прийому на очисні споруди:

– рН води знаходилося в інтервалі 6,5-8,5 од. рН;

– відношення ХСК до БСК<sub>5</sub> менше 2,5, що свідчить про характерний для міського господарсько-побутового усередненого стоку.

2. На СБО «Північна» на протязі останніх років надходить стік наступного складу:

– середньомісячна концентрація завислих речовин знаходиться в інтервалі 65,5-228,0 мг/дм<sup>3</sup>, у середньому 164,1 мг/дм<sup>3</sup>, що характеризує стік як міський (46,9% від концентрації, закладеної в проекті);

– середньомісячні значення показника БСК<sub>пов</sub> варіюються в інтервалі 180,5-278,2 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (у середньому 226,8 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), що також дозволяє віднести стік до міського (65,2% від значення, закладеного в проекті);

– в загальній кількості забруднювачів, які визначаються за допомогою інтегрального показника ХСК, частка забруднювачів, що руйнуються за рахунок біологічних процесів становить 0,65-0,80, тобто на рівні необхідної 0,8, характерної для господарсько-побутового стоку, де частка виробничої складової незначна;

– відношення перманганатної окисленості до ХСК за період спостережень становить 0,22;

– в очищеному стоці середньомісячні концентрації завислих речовин змінюються в інтервалі 7-13 мг/дм<sup>3</sup>;

– БСК<sub>пов</sub> змінюється в інтервалі 11,6-16,4 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, а процес очищення стабільний;

– очищення від сполук, які важко руйнуються біологічним шляхом, що фіксуються ХСК, відбувається на 63,1-107,2%, в середньому на 73,1%.

3. В очищених на СБО «Північна» стічних водах контрольовані показники стік мають наступні значення:

– значення ХСК в очищених стоках складають 60,0-97,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, в середньому дорівнюючи 82,2 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, що відповідає допустимим значенням ХСК в очищених водах на аналогічних спорудах і задовольняє вимогам «Правил охорони поверхневих вод від забруднень зворотними водами»;

– значення БСК<sub>пов</sub> і перманганатна окиснюваність, відношення БСК<sub>пов</sub> до ХСК та перманганатна окиснюваності до ХСК свідчать про те, що в очищеній стічній воді практично відсутні сполуки, які легко окислюються біологічним шляхом, в основному забруднювачі представлені сполуками, які важко руйнуються біологічним шляхом;

– ефективність очищення від сполук амонію варіюється в інтервалі 53,2-62,7%, в середньому на 55%;

– ефективність очищення від неорганічних сполук фосфору змінюється в межах 67,6-88,9%, тобто процес нестабільний і залежить від складу сполук фосфору на вході до СБО «Північна», середня ефективність становить 72,5%, що забезпечує на виході з СБО «Північна» вміст фосфатів у воді в межах від 2,2 до 9,0 мг/дм<sup>3</sup> (в середньому 4,35 мг/дм<sup>3</sup>);

4. Виявлена тенденція до підвищення концентрації біогенних елементів в неочищених стоках на вході до СБО «Північна»: 1) фосфати – 11,3 мг/дм<sup>3</sup> (2000 р.), 13,9 мг/дм<sup>3</sup> (2002 р.), 15,0-18,9 мг/дм<sup>3</sup> (2009-2010 рр.); 2) азот амонійний – 9,1 мг/дм<sup>3</sup> (2001 р.), 11,1 мг/дм<sup>3</sup> (2003 р.), 14,0 мг/дм<sup>3</sup> (2010 р.).

5. За бактеріологічними показниками досягнута висока стабільна ефективність очищення: по загальному мікробному числу – 91,4-99,9% (середня ефективність – 99,0%); по бактеріям групи кишкової палички (значення колі-індексу) – 96,10-99,95% (середня ефективність – 97,6%).

### 3.3 Загальні проблеми малих річок басейну Хаджибейського лиману та причини погіршення їх екологічного стану

Різноманітні види господарської діяльності у басейнах малих річок Хаджибейського лиману – вирубування лісів, розорювання схилів річкових долин, розробки кар'єрів, надмірне випасання худоби й сінокосіння, русло випрямлювальні роботи, комунальне, промислове і сільськогосподарське водокористування, промислове, гідротехнічне, інженерно-технічне, транспортне й житлове будівництво на заплавно-руслових ділянках.

Це в сукупності призвело до виснаження й деградації річок, зміни їх гідрографічної мережі [15].

У місцях розвитку ярів знижується рівень підземних вод, зростає надходження до водних об'єктів продуктів ерозії, зокрема пестицидів, важких металів, патогенних мікроорганізмів, що призводить до погіршення якості природних вод.

Ерозія ґрунтів сприяла і замуленню руслової мережі.

Продукти ерозії та неправильне застосування добрив (без урахування фізико-хімічних властивостей ґрунту й біологічних особливостей культур) сприяє потраплянню у водні об'єкти нітратів і сульфатів, забруднюючи й замулюючи їх.

Суттєвою небезпекою для малих річок в басейні лиману виступає стихійне будівництво дач, туристичних баз, таборів, кемпінгів, будинків відпочинку й інших рекреаційних закладів. В результаті чого виникають несанкціоновані смітники, звалища, помийні ями, викорчовуються природні чагарники, порушується рельєф. Ситуація ускладнюється ще й активним відведенням берегів і заплавам річок під дачне будівництво, садівництво й городництво [3].

### 3.4 Забруднення акваторії лиману сільськогосподарською діяльністю

Великі тваринницькі комплекси і птахофабрики в сучасних умовах залишаються самими шкідливими забруднювачами навколишнього середовища (наприклад, птахофабрика в с. Болгарка у верхів'ях лиману).

Із зростанням споживання води для потреб тваринництва збільшується скидання стічних вод у водойми, в результаті чого вони забруднюються і втрачають свої корисні властивості. Навіть скидання невеликих доз неочищених гноєвмісних стічних вод від тваринницьких ферм і комплексів викликає масові замори риби і завдає значної економічної шкоди. Тому інтенсивна і різностороння дія сільського господарства на навколишнє середовище пояснюється не тільки зростаючим споживанням природних ресурсів, необхідних для безперервного зростання аграрного виробництва, але й утворенням значних відходів і стічних вод від тваринницьких ферм, комплексів, птахофабрик [10].

У промисловому виробництві тваринництва не буває без втрат та загиблі тварини. Це все є відходами тваринного походження, що негативно впливає на стан навколишнього середовища, через не правильну утилізацію решток тварин. Через антропогенну діяльність біля тваринницьких і комплексів та птахофабрик можуть розташовуватись скотомогильники де інфільтрат від решток стікає водоносними потоками у води лиману.

Внаслідок надзвичайно високої сільськогосподарської освоєності території, інтенсивного розорювання схилів земель в басейні річок на водозборі Хаджибейського лиману поширена ерозія ґрунтів – водна та вітрова.

Розорювання схилів, невеликих ділянок ярів та балок, прибережних білянок лиманів (у тому числі Хаджибейського) негативно впливають на їх гідроекологічний стан [22].

У структурі сільського господарства переважають орні землі (88%). Довготривале та інтенсивне сільськогосподарське використання басейну Хаджибейського лиману призвело до активізації таких екологічно негативних процесів, як водна та вітрова ерозія, суфозія, підтоплення, засолення, зниження родючості ґрунтів.

Характерним негативним явищем також є водна ерозія з найбільшими значеннями виносу гумусу з ґрунту.

Головні причини розвитку ерозії: на значних площах ґрунти оброблялися уздовж схилів, довжина робочих схилів перевищувала дозволені рамки. Надмірне розорювання земель в районі Хаджибейського лиману привело до руйнування природних екосистем та втрати природними кормовими угіддями стійкості та здатності без застосування засобів підтримувати максимальну біопродуктивність для певних типів угідь. Тому потребували постійного застосування мінеральних та органічних добрив для підтримання високої продуктивності, а це в свою чергу призвело до забруднення насамперед водного середовища лиману [26].

Також розташовувались склади з отруйними речовинами для хімічного захисту рослин (наприклад, поблизу с. Алтестове було сховище-склад з значним обсягом непридатних та заборонених пестицидів й інших отрутохімікатів), які небезпечні для здоров'я населення і загрожують довкіллю. Незадовільні умови зберігання призводять до того, що токсичні пестициди можуть потрапляти до підземних водоносних горизонтів і безпосередньо до акваторії Хаджибейського лиману [13].

### 3.5 Забруднення водного середовища транспортом

Значний вплив на забруднення водного середовища Хаджибейського лиману має автотранспорт.

Через погану систему водовідведення з автомобільних шляхів та великий потік різногабаритних транспортних засобів забруднювачі від автотранспорту потрапляють у лиман з поверхневим стоком з території прилеглих до лиману автомагістралей.

Забруднення вод лиману транспортними відходами проявляється в зміні фізичних і органолептичних властивостей (порушення прозорості,

забарвлення, запаху, смаку), збільшення вмісту сульфатів, хлоридів, нітратів, токсичних важких металів, зменшення вмісту розчиненого у воді кисню, появи інших забруднюючих речовин [29].

Водний транспорт розвинений погано, здебільшого це малогабаритні човни та маломірні судна, які використовують рибалки та відпочивальники. У процесі експлуатації човнів у воду потрапляють феноли, сполуки свинцю, ароматичні вуглеводні. Основним забруднювачем є нафтопродукти.

### 3.6 Інтродукція кефалі (піленгаса) до Хаджибейського лиману

Акліматизації далекосхідної кефалі або піленгаса відбулося вперше у 1992 р. в Паліївській затоці, а потім у відкритій акваторії Хаджибейського лиману. Інтродукція (вселення) піленгаса здійснено на базі Паліївської рибдільниці в комплексі по відтворенню морських риб. Починаючи з 1993 р., лиман щорічно зарибнювали піленгасом, отриманому на цьому риборозпліднику. Вже до 2004 р. піленгас натуралізується в лимані і почав формувати самовідтворюючу популяцію. Висока чисельність і біомаса піленгаса (вже до 2000 р. цей вид займає провідне місце в уловах) стимулює зростання чисельності судака, для якого мальки піленгаса стають основним об'єктом харчування. При цьому зменшення пресу судака на популяцію карася і бичків призводить також до зростання їх чисельності в лимані [18].

В Хаджибейському лимані частка піленгаса старших вікових груп була невисокою, що, найбільш ймовірно, є результатом інтенсивного промислу. Низька чисельність в водоймі піленгаса старших вікових груп (понад 3 роки), тобто зрілих виробників, викликана інтенсивним виловом, є головною причиною низької ефективності нересту цього виду риб. Найбільш ймовірно, що інтенсивний вилов виробників в 2008-2009 рр. в лимані привів до скорочення запасів піленгаса. Зниження інтенсивності промислу, обумовлене різким скороченням уловів в 2010-2012 рр., дозволило піленгасу, що має дуже високу плодючість, швидко відновити свою чисельність. Врожайні покоління 2010-2012 рр. в значній мірі поповнили запас піленгаса в Хаджибейському лимані.

Результат інтродукції піленгаса в Хаджибейський лиман в 90-х роках ХХ ст. слід вважати досить успішним. В даний час в замкнутому Хаджибейському лимані сформувалася унікальна відособлена численна самовідтворювана популяція піленгаса, що відрізняється високою екологічною пластичністю [24].

## 4 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ

### 4.1 Методика екологічної якості поверхневих вод за відповідними категоріями

Ця методика є міжвідомчим документом, який може використовуватися у закладах освіти за екологічними спеціальностями для визначення стану довкілля [17]. Сьогодні в Україні ще чинна «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», яка розроблена у 1998 р. Однак, з 2000 р. в Європейському співтоваристві діє Водна Рамкова Директива 2000/60/ЄС, в якій вказані основні пріоритети у водоохоронній діяльності, а також шляхи досягнення «доброго» стану поверхневих вод (ця директива наразі інтегрується у природоохоронне законодавство України). Головним при оцінці якості поверхневих вод є визначення структурних та функціональних показників біологічної складової водних екосистем – основного чинника для відтворення водних ресурсів.

Для здійснення екологічної оцінки якості поверхневих вод необхідний аналіз усіх складових водних екосистем: водного середовища, донних відкладів та гідробіонтів. Оцінка екологічного стану є складовою загальної оцінки статусу водних об'єктів, як і оцінка їх хімічного статусу за концентраціями пріоритетних небезпечних забруднюючих речовин. За результатами оцінки визначають придатність вод для використання у різних цілях (рис. 4.1).

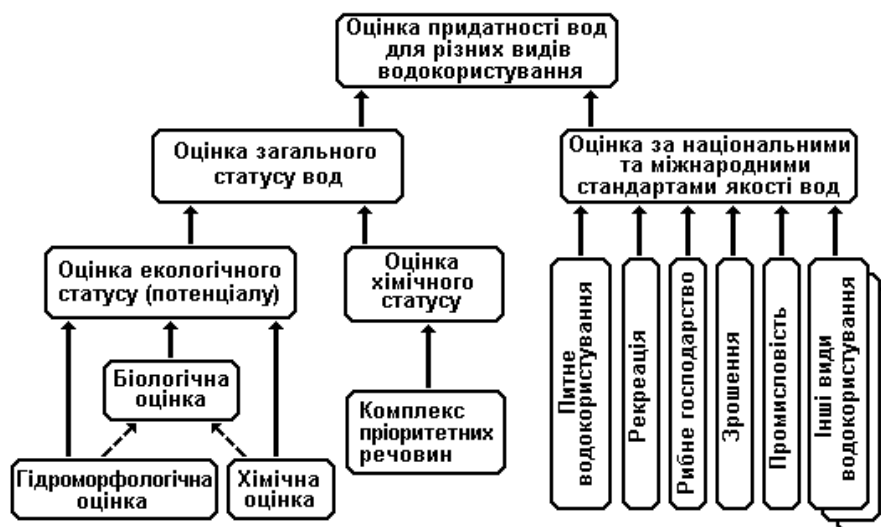


Рисунок 4.1 – Схема визначення екологічного статусу водного об'єкта [17]

## 4.2 Оцінка гідрохімічних показників якості води

Сольовий режим, хімічний склад і якість води Хаджибейського лиману схильні до значних циклічних змін [16]. Нижче представлено аналіз змін у хімічному складі води лиману в XX-XXI сторіччях та якість скидних вод з СБО «Північна» та води в лимані в XXI ст.

### 4.2.1 Аналіз змін у хімічному складі води лиману

З 1920 по 1929 рр. під впливом притоку морської води солоність коливалася від 29 до 40 ‰.

З 1930 по 1940 рр. за рахунок значного поверхневого стоку (в періоди весняного водопілля) намітилася тенденція до опріснення водойми. Солоність знизилася до 13-18 ‰.

У середині XX ст. солоність вод лиману продовжувала знижуватись до 12-14,7 ‰, а в період з 1950 по 1968 рр. – відбулося зростання солоності до 26-37 ‰ [5].

З 1972-1973 рр. до 1978 р. солоність вод лиману знизилася до 13-16 ‰, а за період з 1978 по 1990 рр. – до 3-5 ‰.

З 1991 р. – солоність води почала знову збільшуватись. За період з 1992 по 2004 рр. солоність Хаджибейського лиману змінювалась таким чином: від 3 до 4 ‰ – в середній частині водойми; від 5-7 до 9-14 ‰ (влітку до 28 ‰) – в верхній частині Палійовської затоки.

В 2008 р., за даними гідрохімічної лабораторії управління екологічної безпеки в Одеській області (табл. 4.1), солоність води Хаджибейського лиману становила 3,92 ‰, а в районі Палійовської затоки – 11,43 ‰.

Слід зазначити, що в лимані слабе горизонтальне і вертикальне перемішування водних мас.

Прозорість води коливається від 0,1 до 0,8 м. Максимальна прозорість води спостерігається восени і в зимові місяці. У північній і центральній частині водойми прозорість води досягає 0,5 м. Останніми роками прозорість вод у весняно-літні місяці значно знизилася, що пов'язано з наростаючими процесами ефтрофікації та інтенсивним «цвітінням» води [3].

Якість води Хаджибейського лиману в 90-х роках XX ст. та на початку XXI ст. є «слабо забрудненою» або «помірно забрудненою», а концентрація токсичних речовин в тканинах і органах риб та інших гідробіонтів не перевищує ГДК.



Таблиця 4.1 – Хімічний склад води в центральній частині Хаджибейського лиману та в районі Палійовської затоки в 2008 р.

Показник	Хаджибейський лиман (центральна частина)	Хаджибейський лиман (Палійовська затока)
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	11,00	48,00
<i>pH</i>	8,30	8,60
O <sub>2</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	13,69	7,82
БСК5, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	5,06	8,62
Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	Відсутні	–
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	0,30	0,35
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	Відсутні	–
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	0,047	–
Лужність води, мг-екв/дм <sup>3</sup>	7,4	7,7
Твердість води, мг-екв/дм <sup>3</sup>	28,22	59,90
Fe <sub>заг</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,14	0,27
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	366,80	1312,74
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	2171,00	6332,09
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	451,4	469,7
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	142,85	146,8
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	256,45	639,25
Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1104,92	3535,56
α, мг/дм <sup>3</sup>	4493,42	12436,14
S, ‰	3,92	11,43

4.2.2 Хімічний склад і якість скидних вод з СБО «Північна» та води в лимані

Технологічна схема подачі очищених стічних вод в Хаджибейський лиман з СБО «Північна» включає в себе підвідний канал довжиною 3,95 км, по якому частково очищені стоки з СБО «Північна» (180-200 тис. м<sup>3</sup>/д) надходять до КНС-25, яка перекачує їх у лиман (рис. 4.2) [32].

У 1969 р. у зв'язку з катастрофічним підйомом рівня води в Хаджибейському лимані створилася загроза затоплення прилеглої до лиману території м. Одеса.

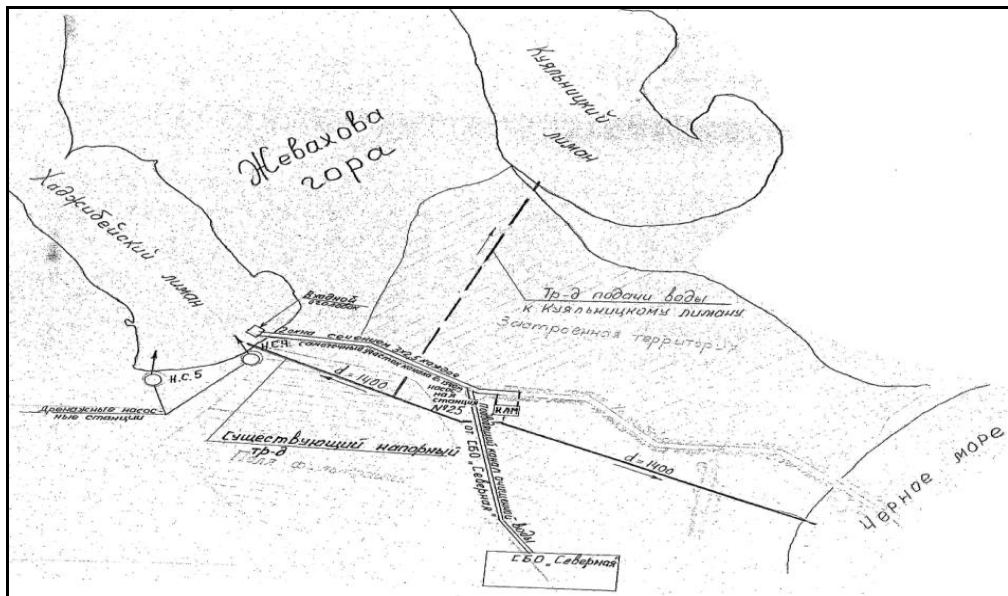


Рисунок 4.2 – Існуюча технологiчна схема подачі частково очищених стiчних вод з СБО «Пiвнiчна» в Хаджибейський лиман i Чорне море [32]

В 1969 р. екстреному (аварійному) порядку були побудовані насосна станція (КНС-25), канал від насосної станції до лиману та нитка напірного трубопроводу діаметром 1400 мм. Канал має вхідний оголовок, через який при підвищенні рівня води в Хаджибейському лимані вода починає надходити до КНС-25, а далі може перекачуватися в море. У 2017-2018 рр. КНС-25 перекачувала очищені стоки від СБО «Північна» в лиман.

Однак, очисні споруди СБО «Північна» за своїм технічним станом і технологічним процесам очищення не зовсім відповідають сучасним вимогам. Ефективність очищення господарсько-побутових стоків, що надходять на СБО «Північна», становить 82-95% по лабільності органічній речовині, 72-86% по амонійному азоту, 53-67% по фосфатам. Хоча ефективність очищення стічних вод від бактеріального забруднення становить по колі-індексу 97%, однак цього недостатньо для запобігання забруднення лиману. Через дуже високий рівень бактеріального забруднення стічних вод на вході в очисні споруди, навіть при вказаній ефективності очистки, на виході з очисних споруд значення колі-індексу зменшується лише до  $3,2 \cdot 10^7$  КОЕ/дм<sup>3</sup>, при нормі  $5 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^4$  КОЕ/дм<sup>3</sup> (СанПіН № 4631-88. Санітарні правила і норми охорони прибережних вод морів від забруднення в місцях водокористування населення).

Основні санітарно-хімічні показники якості скидних вод СБО «Північна» та води Хаджибейського лиману на ділянці скиду, за даними хіміко-бактеріологічної лабораторії СБО «Північна», приведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати повного санітарно-хімічного аналізу води на СБО «Північна» та Хаджибейському лимані в жовтні 2012 р.

№ п/п	Показник	КГ (вхід)	ПК (вхід)	СК (вихід)	НС 4	НС 5	Нижня частина Хаджибейського лиману		
							пд.-сх.	пд.-зх.	пд.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
1	Температура води, °С	22,0	24,0	23,0	22,0	23,0	19,0	19,0	19,0
2	Температура повітря, °С	18,0	18,0	17,0	21,0	21,0	15,0	15,0	15,0
3	Реакція рН, од. рН	7,9	7,8	7,8	8,1	8,5	8,6	8,6	8,6
4	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	87,0	479,0	12,0	23,0	27,0	19,0	19,0	19,0
5	Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	–	–	5,3	4,0	4,0	6,8	6,8	6,8
6	БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	116,6	283,7	10,1	6,8	8,4	3,6	3,4	3,5
7	БСК <sub>повн</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	–	–	13,4	9,0	11,2	4,8	4,5	4,7
8	Окислюваність, мг/дм <sup>3</sup>	60,0	152,0	8,4	10,4	12,0	–	–	–
9	ХСК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	218,3	480,2	58,2	–	–	–	–	–
10	Щільнісний залишок, мг/дм <sup>3</sup>	1122	1286	1021	2556	2766	–	–	–
11	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	121	64,0	128	340	326	1518	1518	1518
12	Солі амонію, за N, мг/дм <sup>3</sup>	17,2	26,0	6,3	7,5	7,0	1,1	1,1	1,1
13	Нітрити, за N, мг/дм <sup>3</sup>	0,38	0,012	0,33	0,82	1,15	0,10	0,17	0,17

Продовження табл. 4.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
14	Нітрати, за N, мг/дм <sup>3</sup>	0,62	0,22	8,80	8,80	8,80	–	–	–
15	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	–	–	0,040	0,038	0,038	0,04	0,04	0,04
16	Фосфати, мг/дм <sup>3</sup>	12,5	34,5	2,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
17	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	–	–	0,09	0,15	0,17	0,10	0,10	0,10
18	СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	–	–	0,022	–	–	–	–	–
19	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	340	235	264	966	943	615	621	632
20	Мікробне число	3,3·10 <sup>6</sup>	4,9·10 <sup>6</sup>	6,1·10 <sup>4</sup>	4,2·10 <sup>3</sup>	8,0·10 <sup>3</sup>	4,0·10 <sup>3</sup>	5,0·10 <sup>3</sup>	4,0·10 <sup>3</sup>
21	Колі-індекс	4,0·10 <sup>9</sup>	5,3·10 <sup>9</sup>	4,9·10 <sup>7</sup>	7,0·10 <sup>6</sup>	1,8·10 <sup>6</sup>	–	–	–
22	Індекс ЛКП	–	–	–	–	–	9,0·10 <sup>4</sup>	9,0·10 <sup>4</sup>	9,0·10 <sup>4</sup>
23	Колі-фаги	–	–	250	35	150	Не вид.	Не вид.	Не вид.
24	Кількість стічних вод, тис. м <sup>3</sup> /д	154,7	33,0	–	–	–	–	–	–
25	Відсоток очистки (за загальним стоком води): 1) за завислими речовинами – 92,3 %; 2) за БСК <sub>5</sub> – 93,1 %								

Примітки до табл. 4.2:

КГ – камера гасіння; ПК – приймальна камера; СК – скидний канал;  
НС – насосна станція; пд.-сх. – південний-схід нижньої частини лиману;  
пд.-зх. – південний-захід нижньої частини лиману; пд. – центр південної  
нижньої частини лиману.

Таким чином, під впливом постійного надходження недостатньо очищених стічних вод з СБО «Північна», вода та донні відклади Хаджибейського лиману також забруднені органічними і мінеральними біогенними речовинами, мікроорганізмами, а можливо й речовинами токсичної дії, дані про які відсутні в доступній літературі.

Хімічний склад води Хаджибейського лиману в 2011 та 2013 рр., який охоплює всі сезони року, показаний в табл. 4.3.

З табл. 4.3 видно, що мінералізація (солоність) води Хаджибейського лиману є найменшою на весні (4,76-4,86 г/дм<sup>3</sup>), літом-осінню – найбільша (до 6,12 г/дм<sup>3</sup>), а взимку – знову зменшується (до 5,18 г/дм<sup>3</sup>). Прозорість води є найбільшою в зимово-весняний сезон (в середньому 0,5 м), а найменшою – влітку та осінню (в середньому 0,3 м). Величина *pH* води є найменшою в зимово-весняний сезон (в середньому 4,5), в продовж літа поступово зростає (до 7,00), а осінню – є найбільшою (до 9,32). Найменший вміст розчиненого у воді лиману кисню виміряний влітку (3,21 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), а найбільший – навесні (16,14 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). Окисно-відновлювальний потенціал води (*Eh*, мВ) в холодний сезон року (з кінця осені до середини весни) є від'ємним (до мінус 131 мВ), а в теплий сезон року (з середини весни до середини осінні) є додатним (більш ніж плюс 5 мВ).

За класифікацією О. О. Альокіна води лиману є хлоридного класу, групи натрію, третього типу, тобто належать до змішаних вод помірної мінералізації.

Також встановлено, що в Хаджибейській лиман можуть потрапляти залишки отрутохімікатів і мінеральних добрив та інших забруднювальних речовин. Наприклад, вище с. Алтестове знаходиться сховище пестицидів, яке останні два роки є в неналежному (відкритому) стані [4, 35].

До джерел забруднення лиману і одних з основних екологічних проблем водойми в останні роки треба також віднести сотні несанкціонованих звалищ сміття на берегах та водозборі лиману.

З табл. 4.3 видно, що вода Хаджибейського лиману згідно з «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [17] у 2011 та 2013 рр. відповідала таким трофо-сапробіологічними критеріями якості: *pH* (4,0-9,3 од. *pH*) – 5 клас 7 категорія; прозорість (0,28-0,52 м) – 3 клас 4 категорія; розчинений кисень (12,05-16,54 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) – 1 клас 1 категорія; колір води – зеленувато-жовтий; запах – трав'яний; присмак – солоний.

Отже, стан Хаджибейського лиману за екологічною класифікацією поверхневих вод у 2011 та 2013 рр. переважно відповідав задовільній якості води, за ступенем чистоти належав до забруднених вод, а за категорією трофності – до евтрофних водойм.

Таблиця 4.3 – Значення основних показників хімічного складу води Хаджибейського лиману в 2011 та 2013 рр. (дані ОДЕКУ, власні дані)

Місце відбору проби		Дата	Глибина на вертикалі, <i>h</i> , м	Мінералізація (солемір), $\alpha$ , г/дм <sup>3</sup>	Сухий залишок, СЗ, мг/дм <sup>3</sup>	$t_{води}$ , °С	pH	Прозорість води, <i>П</i> , м	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	
Хаджибейський лиман	с. Алгестове	13.07.11	–	6,12	6220	25,7	6,47	0,34	
		30.07.11	–	5,50	5900	27,8	7,00	0,35	
		07.10.11	–	6,10	–	17,9	8,98	0,28	
		12.11.11	–	6,05	6242	5,4	9,32	0,60	
	с. Усагове	07.10.11	–	6,00	–	–	–	–	–
		12.11.11	–	6,00	–	–	–	–	–
		06.04.13	0,5	4,83	–	10,9	4,65	0,52	
		17.04.13	0,5	4,76	–	10,2	5,00	0,54	
		21.04.13	0,5	4,96	–	13,6	5,00	0,47	
		12.12.13	0,5	5,18	–	1,7	4,00	–	
		26.12.13	0,3	5,26	–	3,7	4,00	–	

Продовження табл. 4.3

Місце відбору проби		Дата	Кольоровість води, <i>K</i> (за ШК)		Присмак води		Запах води		Кисень, $O_2$	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	№	колір	характер	бал	характер	бал	мг $O_2$ /дм <sup>3</sup>	%
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>
Хаджибейський лиман	с. Алгестове	13.07.11	12	жовтувато-зелений	солоний	1	трав'яний	2	8,03	–
		30.07.11	13	зеленувато-жовтий	солоний	1	трав'яний	2	3,21	–
		07.10.11	14	зеленувато-жовтий	солоний	1	трав'яний	1	7,18	–
		12.11.11	13	зеленувато-жовтий	солоний	1	трав'яний	1	10,31	79,5
	с. Усагове	06.04.13	14	зеленувато-жовтий	солоний	1	трав'яний	1	16,14	144
		17.04.13	14	зеленувато-жовтий	солоний	1	трав'яний	1	12,05	–
		21.04.13	14	зеленувато-жовтий	солоний	1	трав'яний	2	12,63	–
		12.12.13	13	зеленувато-жовтий	солоний	1	–	–	–	–
		26.12.13	14	зеленувато-жовтий	солоний	1	–	–	–	–

Продовження табл. 4.3

Місце відбору проби		Дата	Твердість води, $T$ , мг-екв/дм <sup>3</sup>			Кальцій, $Ca^{2+}$		Магній, $Mg^{2+}$	
			заг.	карб.	некарб.	мг-екв/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	мг-екв/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>
1	2	3	18	19	20	21	22	23	24
Хаджибейський лиман	с. Алгестове	12.11.11	31,75	4,50	27,25	6,63	132,87	25,12	305,46

Продовження табл. 4.3

Місце відбору проби		Дата	Натрій та калій, $Na^{+} + K^{+}$		Гідрокарбонати, $HCO_3^{-}$		Сульфати, $SO_4^{2-}$		Хлориди, $Cl^{-}$	
			мг-екв/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	мг-екв/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	мг-екв/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	мг-екв/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>
1	2	3	25	26	27	28	29	30	31	32
Хаджибейський лиман	с. Алгестове	12.11.11	65,2-86,1	379-1925	4,51	274,50	10,42-31,20	500-1500	81,99	2906,49

Продовження табл. 4.3

Місце відбору проби		Дата	<i>Eh</i> , мВ	Азот нітритний $NO_2^-$ , мгN/дм <sup>3</sup>	Азот нітратний $NO_3^-$ , мгN/дм <sup>3</sup>	Азот амонійний $NH_4^+$ , мгN/дм <sup>3</sup>	Азот загальний, <i>N</i> , мгN/дм <sup>3</sup>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>33</i>	<i>34</i>	<i>35</i>	<i>36</i>	<i>37</i>
Хаджибейський лиман	с. Алгестове	12.11.11	-114,8	0,139	0,154	0,219	0,513
		06.04.13	-131,0	–	–	–	–
	с. Усагове	17.04.13	-30,5	–	–	–	–
		21.04.13	+4,8	–	–	–	–

Продовження табл. 4.3

Місце відбору проби		Дата	Проба після прожарювання (загальний вміст ОР), <i>ППП</i>		Вид води (за О.О. Альокінім)			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	мг/дм <sup>3</sup>	% (від <i>C3</i> )	символ	клас	група	тип
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>38</i>	<i>39</i>	<i>40</i>	<i>41</i>	<i>42</i>	<i>43</i>
Хаджибейський лиман	с. Алгестове	12.11.11	5498	11,92	$Cl_{III}^{Na}$	хлоридний	натрію	третій

Примітка до табл. 4.3:

третій тип – змішані води (у тому числі води лиманів, річок, озер та підземні води) помірної мінералізації.



### 4.3 Оцінка гідробіологічних показників якості води лиману

Гідробіологічні показники дають можливість оцінити якість води за тваринними організмами і рослинністю водойм. Зміна видового складу водних екосистем може відбуватися при настільки слабкому забрудненні водних об'єктів, що не виявляється ніякими іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливими [17].

Мікроскопічні водорості Хаджибейського лиману відіграють важливу роль у створенні первинної продукції, кисню і мулу. Крім того, вони є індикаторами стану водних екосистем.

В мікрофітобентосі Хаджибейського лиману на сьогодні налічується 100 видів мікроскопічних водоростей, які належать до 69 родів, 37 родин, 20 порядків, 9 класів і 6 відділів (табл. 4.4 та 4.5).

Найбільша видова різноманітність водоростей відмічена в відділі *Bacillariophyta* (59 видів). За кількістю видів діатомові водорості набагато переважали інші відділи: *Chlorophyta* (18 видів), *Cyanoprokaryota* (14 видів), *Euglenophyta* (7 видів), *Chrysophyta* (1 вид), *Charophyta* (1 вид).

Основу видового багатства альгофлори Хаджибейського лиману формують представники класів *Bacillariophyceae* (54 види), *Chlorophyceae* (15 видів), *Cyanophyceae* і *Euglenophyceae* (7 видів).

Серед порядків за кількістю видів переважали *Chlorococcales* (15 видів), *Naviculales* (15 видів), *Bacillariales* (13 видів), *Euglenales* (7 видів), *Surirellales* (6 видів) і *Fragillariales* (5 видів).

Найбільший внесок у систематичну різноманітність бентосу Хаджибейського лиману вносять провідні родини: *Bacillariaceae* (13 видів), *Naviculaceae* (7 видів), *Euglenaceae* (7 видів), *Oscillatoriaceae* (7 видів), *Scenedesmaceae* (6 видів), *Fragillariaceae* (5 видів), *Catenulaceae* (4 види), *Surirellaceae* (4 види), *Rhopalodiaceae* (4 види) і *Achnanthaceae* (3 види).

Роди *Nitzschia* (8 видів), *Oscillatoria* (7 видів), *Navicula* (5 видів), *Euglena* (5 видів) і *Rhopalodia* (3 види) виявилися найбільш різноманітними за видовим складом в альгофлорі Хаджибейського лиману.

За рівнем організації водоростей серед знайдених таксонів 57 видів були поодинокими, 34 – колоніальними і 9 – багатоклітинними. Серед них спостерігалися рухливі (50 видів) та нерухливі (50 видів) форми. За типом морфологічної диференціації слані до колоїдних належить переважна більшість – 78 видів, форми з нитчастим типом склали 9 видів, монадним – 8, пальмелоїдним – 5. У відповідності до місцезростання спостерігалися представники двох екологічних угруповань: бентосні та планктонні види.

Таблиця 4.4 – Систематичний склад водоростей мікрофітобентосу Хаджибейського лиману, їх екологічна характеристика і біогеографічне розповсюдження

№ П/П	Таксони	Екологічні характеристики				Біогеографія
		Місце зростання	Галобність	Алкалофільність	Сапробність	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Cyanoprokaryota</b>						
1	* <i>Anabaena constricta</i> (Szaper) Geitler	об	і	алк	р	к
2	<i>Gloeocapsa minuta</i> (Kütz.) Hollerb.	пл	і	алк	о	б
3	* <i>Limnothrix guttulata</i> (Goor) I. Umezaki et M. Watanabe	об	гл	алк	-	б
4	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenb.) Kütz.	пл	і	і	β-α	к
5	<i>M. Tenuissima</i> LemmERM.	пл	гл	алк	β-α	б
6	<i>Microcoleus amoenus</i> (Gomont) Strunecky, Komarek et Johansen	об	гл	алк	-	б
7	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.	пл	гл	алк	β	к
8	* <i>Nostoc caeruleum</i> Lyngb. ex Bornet et Flahault	об	м	алк	-	б
9	<i>Oscillatoria limosa</i> C. Agardh ex Gomont	об	гл	алк	α	к
10	<i>O. Planctonica</i> Wolosz.	пл	і	алк	-	б
11	<i>Phormidium breve</i> (Kütz. Ex Gomont) Anagn. Et Komarek	об	м	алк	α	к
12	<i>Ph. Chalybeum</i> (Mert. Ex Gomont) Anagn. Et Komarek	об	м	алк	α	к
13	<i>Jaaginema quadripunctulatum</i> (Bruhl et Biswas) Anagn. Et Komarek	об	і	алк	-	б
14	* <i>Woronichinia compacta</i> (LemmERM.) Komarek et Hindak	пл	і	алк	β	б
<b>Euglenophyta</b>						
15	* <i>Astasia inflata</i> Dujard	пл	і	алк	-	б
16	** <i>Distigma striato-granulata</i> Skuja	д	і	алк	-	б
17	* <i>Euglena ehrenbergii</i> Klebs	д	і	алк	β	к
18	* <i>E. Oxyuris</i> Schmarda	д	і	алк	β-α	к
19	* <i>E. satelles</i> Brasl.-Spect.	д	і	алк	β-α	б
20	* <i>E. Spathirhyncha</i> Skuja	д	і	алк	р-α	б
21	* <i>E. Viridis</i> Ehrenb.	д	і	алк	р-α	к
<b>Chrysophyta</b>						
22	** <i>Mallomonas apochromatica</i> Conrad	пл	і	алк	-	б

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7
<b>Bacillariophyta</b>						
23	<i>Achnanthes brevipes</i> C. Agardh	об	пг	алк	β	к
24	<i>Amphora caroliniana</i> Giffen	д	пг	алк	-	к
25	<i>A. Commutata</i> Grunow	д	м	алк	-	б
26	<i>A. Ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	д	і	алк	х-α	к
27	* <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Simonsen	пл	і	алк	β	к
28	<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F. Müll.) Hendey	д	м	алк	β	к
29	<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve	д	гл	алк	β	к
30	<i>Campylodiscus clypeus</i> Ehrenb.	д	м	алк	-	б
31	<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenb.	об	і	алк	β	к
32	<i>Coscinodiscus granii</i> Gough	пл	м	алк	β	б
33	<i>Craticula halophila</i> (Grunow) D.G. Mann	д	м	алк	-	б
34	<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kütz.) D.M. Williams et Round	об	м	і	о	к
35	<i>Cyclotella caspia</i> Grunow	пл	гл	алк	-	к
36	<i>C. Meneghiniana</i> Kütz.	пл	гл	алк	α	к
37	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenb.) Reimer et F. W. Lewis	пл	м	алк	-	к
38	* <i>Cymatopleura librile</i> (Ehrenb.) Pant.	д	і	алк	β	к
39	* <i>Cymbella helvetica</i> Kütz.	об	і	алк	о	б
40	<i>Diatoma vulgare</i> Bory	об	гл	і	β	к
41	* <i>Encyonema prostrata</i> (Berk.) Kütz.	об	і	алк	β	к
42	<i>Entomoneis.alata</i> (Ehrenb.) Ehrenb.	пл	пг	алк	-	к
43	<i>E. Paludosa</i> (W. Sm.) Reimer	д	м	алк	-	к
44	* <i>Epithemia sorex</i> Kütz.	д	гл	алк	β	к
45	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kütz.) Stick. Et D. G. Mann	д	гл	алк	α	к
46	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.	д	і	алк	β	к
47	<i>G. Spenceri</i> (W.Sm.) Cleve	д	м	і	β	к
48	<i>Halamphora coffeaeformis</i> (C.Agardh) Levkov	д	м	алк	α	к
49	<i>Haslea spicula</i> (Hickie) Bukht.	д	і	алк	-	б
50	<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenb.) Lange-Bert., D. Metzeltin et A. Witkowski	д	гл	алк	β	б
51	<i>Karayevia amoena</i> (Hust.) Bukht.	об	м	алк	-	б
52	<i>Melosira moniliformis</i> (O.F. Müll.) C.Agardh	пл	м	алк	α	к
53	<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	д	гл	алк	α	к
54	<i>N. Pennata</i> var. <i>Pontica</i> Mereshkowsky	д	м	алк	β	б
55	<i>N. Perminuta</i> Grunow	д	м	алк		к
56	<i>N. Ramosissima</i> (C. Agardh) Cleve	д	пг	алк	β	к

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7
57	<i>N. Salinarum</i> Grunow	д	м	і	α	к
58	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W. Sm.	пл	і	алк	α	к
59	<i>N. Amphibia</i> Grunow	д	і	алк	β	к
60	<i>N. Commutata</i> Grunow	д	гл	алк	-	б
61	<i>N. Filiformis</i> (W.Sm.) Hust.	д	гл	алк	-	б
62	<i>N. Hybrida</i> Grunow	д	м	алк	β	б
63	<i>N. Linearis</i> W. Sm.	д	і	алк	о	б
64	<i>N. Sigma</i> (Kütz.) W. Sm.	д	м	алк	о	к
65	<i>N. Vermicularis</i> (Kütz.) Grunow	д	і	і	β	к
66	<i>Plagiotropis lepidoptera</i> (W. Greg.) Kuntze	д	пг	алк	-	к
67	<i>Planothidium delicatulum</i> (Kütz.) Round et Bukht.	об	гл	алк	β	к
68	<i>Pleurosigma angulatum</i> (Queck.) W. Sm.	д	пг	алк	-	к
69	<i>P.elongatum</i> W. Sm.	д	пг	алк	-	к
70	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bert.	об	гл	алк	β	к
71	* <i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenb.) O.Müll	д	і	алк	о	к
72	<i>R. Gibberula</i> (Ehrenb.) O. Müll.	д	гл	алк	-	б
73	* <i>R. Parallela</i> Grunow	д	і	алк	о	б
74	<i>Stauroneis salina</i> (W. Sm.) Mereschkovsky	д	м	алк	-	б
75	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer et Lange-Bert.	д	гл	алк	β	к
76	<i>S. striatula</i> Turp.	д	м	алк	-	б
77	<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) D.M. Williams et Round	об	м	і	α	к
78	<i>T. Tabulata</i> (C. Agardh) D.M. Williams et Round	об	м	і	α	к
79	<i>Tryblionella apiculata</i> Grunow	д	м	алк	α	к
80	<i>T. Gracilis</i> W. Sm.	д	гл	алк	α	б
81	<i>T. Hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann	д	м	алк	α	к
82	* <i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compere	об	і	алк	β	к
<b>Chlorophyta</b>						
83	* <i>Acutodesmus dimorphus</i> (Turpin) P. Tsarenko	пл	і	алк	о-β	к
84	* <i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda ex Korshikov	пл	і	алк	-	к
85	<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck	пл	і	алк	β	к
86	* <i>Chlorococcum infusionum</i> (Schrank) Menegh.	пл	і	алк	-	к
87	* <i>Desmodesmus intermedius</i> (Chodat) E. Hegew.	пл	і	алк	β	к
88	* <i>D. Opoliensis</i> (P.Richt.) E. Hegew.	пл	гл	алк	β	к
89	* <i>Hyalorhaphidium contortum</i> Pascher et Korshikov	пл	і	алк	-	б
90	* <i>Lagerheimia marssonii</i> Lemmerm.	пл	і	алк	-	б

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7
91	* <i>Monorhaphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindak	пл	і	алк	β	к
92	* <i>Oocystis parva</i> W. Et G.S. West	пл	і	алк	-	к
93	* <i>Pseudopediastrum boryanum</i> (Turpin) E. Hegew.	пл	і	алк	β	к
94	* <i>Pseudoshroederia robusta</i> (Korshikov) E. Hegew. Et Schnepf	пл	і	алк	-	б
95	* <i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemmerm.	пл	і	алк	β	к
96	* <i>S. Obtusus</i> Meyen	пл	і	алк	-	к
97	* <i>Schroederia setigera</i> (Schroder) Lemmerm.	пл	і	алк	-	б
98	* <i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korshikov) Bourelly	пл	і	алк	-	б
99	* <i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansg.	пл	і	алк	β	к
<b>Charophyta</b>						
100	* <i>Closterium lunula</i> Ehrenb. Et Hemprich ex Ralfs	пл	і	ац	о	б

Примітки до табл. 4.4: пл – планктонний, об – обростання; д – донний, і – індиферент, гл – галофіл, алк – алкаліфіл, ац – ацидофіл, о – олігосапроб, х – ксеносапроб, β – бетамезосапроб, α – альфамезосапроб, р – полісапроб, к – космополіт, б – бореальний, \* – нові види для Хаджибейського лиману, \*\* – нові види для території України.

Таблиця 4.5 – Таксономічний спектр водоростей лиману

Відділ	Кількість				
	класів	порядків	родин	родів	видів
<i>Bacillariophyta</i>	3	12	21	37	59
<i>Цянопрокарія</i>	1	3	5	11	14
<i>Chlorophyta</i>	2	2	8	16	18
<i>Euglenophyta</i>	1	1	1	3	7
<i>Chrysophyta</i>	1	1	1	1	1
<i>Charophyta</i>	1	1	1	1	1
Усього	9	20	37	69	100

Переважали бентосні форми (65 види), які в свою чергу розподілялися на перифітонні (21) та донні форми (44). Планктонних видів нараховувалося 35 видів. За відношенням до солоності води переважали прісноводні форми (67 видів), які розподілялися на дві підгрупи: індиференти – 46 видів та галофіли – 21 вид. Значно менше солонуватоводних видів (мезогалофи) – 26.

За відношенням до водневого показника (рН) у мікрофітобентосі Хаджибейського лиману переважали алкалофіли (91 вид). Індиференти значно поступалися алкалофілам і нараховували 8 видів. Найменше було ацидофілів (1 вид). Такий розподіл видів відповідав рН середовища.

З наведених таксонів 63 види мікрowodоростей Хаджибейського лиману є індикаторами сапробності води (з них:  $\beta$ -мезосапроби – 32 види,  $\alpha$ -мезосапроби – 15 видів,  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапроби – 4 види,  $\rho$ - $\alpha$ -мезосапроби – 3 види,  $\sigma$ - $\beta$ -мезосапроби – 1 вид,  $\chi$ - $\alpha$ -мезосапроби – 1 вид, олігосапроби – 6 видів, полісапроби – 1 вид).

Група з невідомим значенням сапробності склала 37 видів. Сапробний індекс дорівнював 2,34, що відповідає  $\beta$ -мезосапробному рівню забруднення води Хаджибейського лиману.

За відношенням до біогеографічного розповсюдження водоростей домінуючою групою є космополіти (63 види). Значно їм поступається бореальна група, яка складає 37 видів.

Значна кількість гідробіонтів у водному середовищі Хаджибейського лиману впливає на формування донного шару.

Виникнення гіпоксії обумовлено накопиченням автохтонної органічної речовини відмерлого фітопланктону і його деструкцією в умовах ослабленої гідродинаміки, у тому числі придонну гіпоксію в теплий період року [18, 24].

Вміст мінеральних сполук азоту та фосфору, головних біогенних речовин, які беруть участь у фотосинтезі, характеризується вертикальною і просторовою мінливістю (рис. 4.3).

При віддаленні від зони випуску СБО «Північна» концентрації мінеральних сполук азоту та фосфору в поверхневому шарі помітно знижується, але для придонного шару ця тенденція не спостерігається.

Високі концентрації амонійного азоту пов'язані з деструкцією (мінералізацією) відмерлої органічної речовини (фітопланктону) без подальшої нітрифікації в анаеробних, відновлювальних умовах.

Зростання концентрацій фосфатів в придонному шарі викликано як їх дифузією з донних відкладень лиману, яка посилюється при гіпоксії, так і з швидким рециклінгом органічних сполук в мінеральні при високій температурі води.

В цілому, в південній частині лиману вміст амонійного азоту (основна форма мінерального азоту в екосистемі) і фосфатів був дуже високим, що не характерно для природних вод в період активного розвитку фотосинтезу.

Стабільно високі значення мінеральних сполук азоту та фосфору на цій ділянці служать показниками надходження недостатньо очищених комунально-побутових стічних вод СБО «Північна».

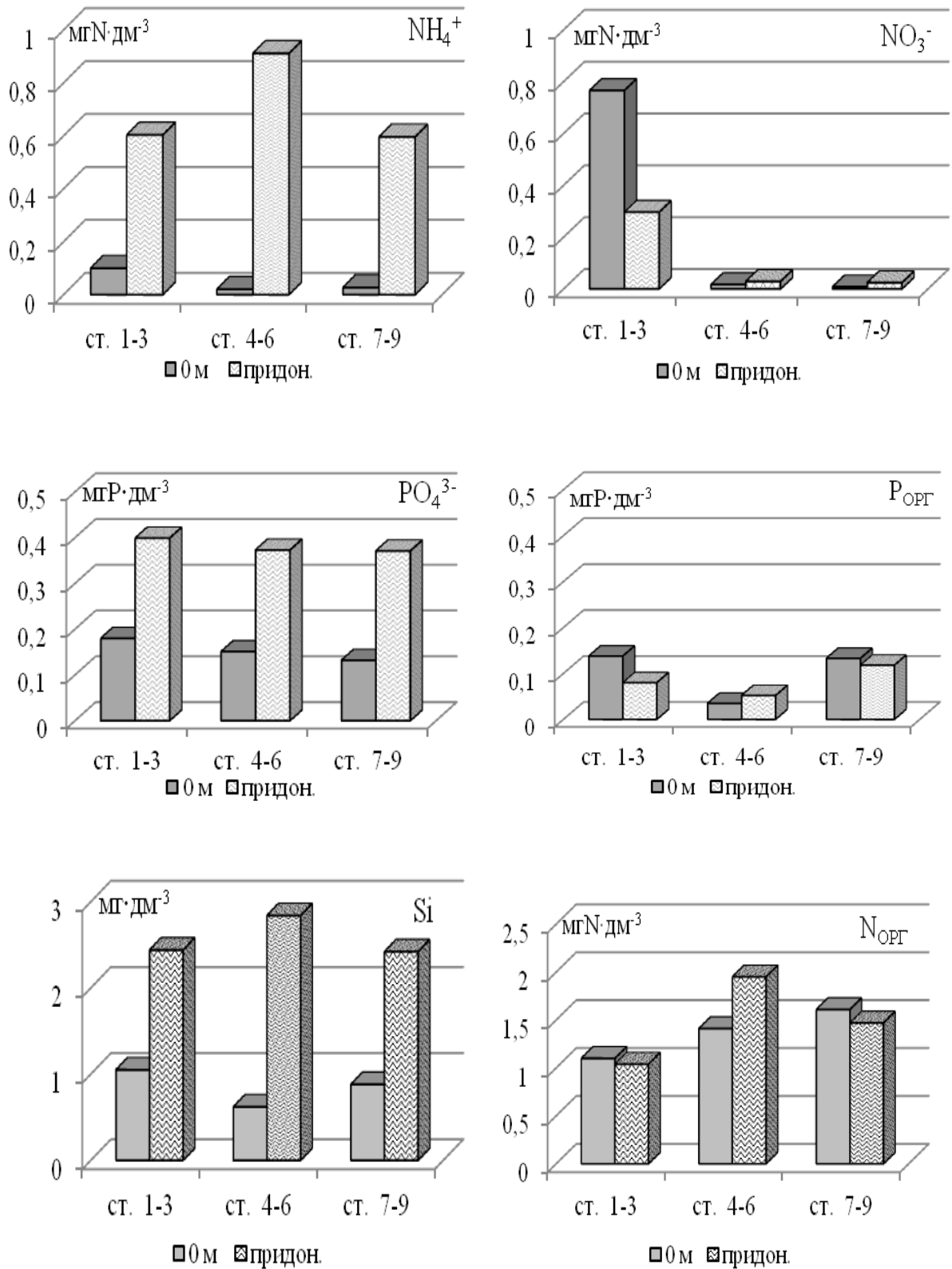


Рисунок 4.3 – Розподіл біогенних речовин в поверхневому і придонному шарах Хаджибейського лиману в липні 2016 р. [19]

Збагачення лиману з квітня по жовтень біогенними речовинами за рахунок антропогенного стоку, в період активного розвитку фотосинтезу, призводить до створення гіперпродукції автохтонної органічної речовини, яка в подальшому осідає на дно і в умовах сповільненій гідродинаміки призводить до утворення застійних зон з гіпоксією.

Донні відкладення південній частині лиману – чорні мули з сильним запахом сірководню, що накопичили значні кількості алохтонних (що надходять в лиман з терогенним стоком і водами СБО «Північна») і автохтонних (відмерлого фіто- і зоопланктону, бентосних організмів) органічних речовин.

Високий рівень вмісту сполук азоту та фосфору в лимані підтримується антропогенним стоком з СБО «Північна».

Донні відкладення Хаджибейського лиману виконують накопичувальну функцію, постійно поповнюються відмерлою зваженим органічною речовиною, визначають інтенсивність потоків речовини на межі між водою і донними відкладеннями, служать джерелом додаткового надходження біогенних речовин в екосистему, є джерелом вторинного евтрофування [19].

#### 4.4 Узагальнені результати оцінки якості води та екологічного стану

Узагальнюючи оцінки існуючого стану екосистеми Хаджибейського лиману можна зробити висновок про виражену деградацію, пов'язану з пересиханням малих річок, які живлять лиман прісною водою, та надмірне їх засолення, скидання недостатньо очищених стічних вод з СБО «Північна», зміна біорізноманіття живих організмів у лимані, засмічення та помітна дегресія берегових схилів.

Встановлено, що за останні 100 років в басейні та акваторії Хаджибейського лиману відбулися значні водогосподарські перетворення, основними з яких є такі: регулювання та перехоплення стоку річок ставками, водосховищами, копанями в їх руслах і заплавах; спорудження гребель навколо лиману, що перетворили його на водосховище; будівництво складної системи «полів фільтрації» та СБО «Північна», яка скидає нормативно очищені комунально-побутові стоки м. Одеси в лиман; поступове накопичення в лимані сполук азоту та фосфору, у тому числі у донних відкладеннях, які служать джерелом додаткового надходження біогенних речовин у воду, призводячи до вторинного евтрофування водойми, й інше.



Якість води Хаджибейського лиману в кінці ХХ ст. і на початку ХХІ ст. є «слабо забрудненою» або «помірно забрудненою», а концентрація токсичних речовин в тканинах і органах риб та інших гідробіонтів не перевищує ГДК, але очисні споруди СБО «Північна» за своїм технічним станом і технологічним процесам очищення не відповідають сучасним вимогам. Ефективність очищення господарсько-побутових стоків, що надходять на СБО «Північна», становить 82-95% – по лабільності органічній речовині, 72-86% – по амонійному азоту, 53-67% – по фосфатам. Під впливом надходження недостатньо очищених стічних вод з СБО «Північна», вода та донні відклади лиману також забруднені органічними та мінеральними біогенними речовинами, мікроорганізмами й речовинами токсичної дії, дані про які відсутні в доступній літературі.

Також встановлено, що в Хаджибейській лиман можуть потрапляти залишки отрутохімікатів і мінеральних добрив та інших забруднювальних речовин. Наприклад, вище с. Алтестове знаходиться сховище пестицидів, яке останні два роки є в неналежному (відкритому) стані.

Джерелами забруднення в останні роки є несанкціоновані звалища сміття на берегах і водозборі лиману.

Мінералізація (солоність) води Хаджибейського лиману є найменшою на весні (4,76-4,86 г/дм<sup>3</sup>), літом-осінню – найбільша (до 6,12 г/дм<sup>3</sup>), взимку – зменшується (до 5,18 г/дм<sup>3</sup>). Прозорість води найбільша в зимово-весняний сезон (в середньому 0,5 м), найменша – літом- осінню (в середньому 0,3 м). Найменший вміст розчиненого у воді кисню в влітку (3,21 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), найбільший – весною (16,14 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). За класифікацією О. О. Альокіна води лиману є хлоридного класу, групи натрію, третього типу, тобто належать до змішаних вод помірної мінералізації.

Високий рівень вмісту сполук азоту та фосфору в лимані підтримується антропогенним стоком з СБО «Північна», а донні відкладення водойми виконують накопичувальну функцію, постійно поповнюються відмерлою зваженим органічною речовиною, визначають інтенсивність потоків речовини на межі між водою і донними відкладеннями, служать джерелом додаткового надходження біогенних речовин в екосистему, є джерелом вторинного евтрофування Хаджибейського лиману.

## 5 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗАХОДІВ З ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ВОДИ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ

### 5.1 Оцінка можливого водообміну лиману з Чорним морем

Спроби регулювання водообміну лиману з морем проводилися протягом попередніх двох століть. В основному це був скид води в море з використанням каналу для недопущення прориву дамби [32].

Скидання стічних вод СБО «Північна» забезпечує підтримку стабільності рівня і солоності Хаджибейського лиману, однак недостатньо очищені води вкрай негативно впливають на його екосистему. Одним з рішень проблеми може бути глибоке очищення стічних вод за сучасними технологіями. Інше рішення – реалізація проекту судноплавного каналу море-лиман, внаслідок якого було б здійснено реверсивний водообмін.

Найбільш ефективним способом ліквідації ризику затоплення території м. Одеса на пересипу між лиманом і морем є можливим шляхом екологічної реабілітації Хаджибейського лиману. Досвід ренатуралізації приморських водойм шляхом відновлення зв'язку з морем показує, що така система має здатність до саморегулювання і володіє високою екологічною стійкістю. З огляду на те, що Хаджибейський лиман за своїми морфометричними характеристиками може бути успішно використаний для навігації і зведення комерційних причалів для торговельного флоту, подібну задачу зможе вирішити будівництво судноплавного каналу (рис. 5.1).

Графік спуску води до морського рівня повинен бути таким, щоб прибережна екосистема могла без незворотних наслідків пропускати недостатньо чисті води лиману: спуски води здійснювати взимку під час згонів, з розрахунками відтоку і перемішування вод. Напрацьована практика подібних розрахунків дозволяє не допустити негативного впливу на екосистему Одеської затоки. Запуск морської води в лиман необхідно здійснювати так, щоб прісноводна іхтіофауна мала можливість переміщатися в найбільш опріснені зони (верхів'я лиману і гирла річок Малий Куяльник та Свинна, у тому числі Палійовську затоку), де може бути організований її вилов. Слід врахувати, що близько 2/3 рибного стада водойми становить морський вид – кефаль-піленгас, активний в широкій смузі значень солоності від 4,6 ‰ (сучасні умови Хаджибейського лиману) до 32 ‰ (нативний ареал), тому при зміні солоності води в лимані до величини 10,8-14,6 ‰ (значення солоності води в Одеській затоці) запаси піленгаса не постраждають.

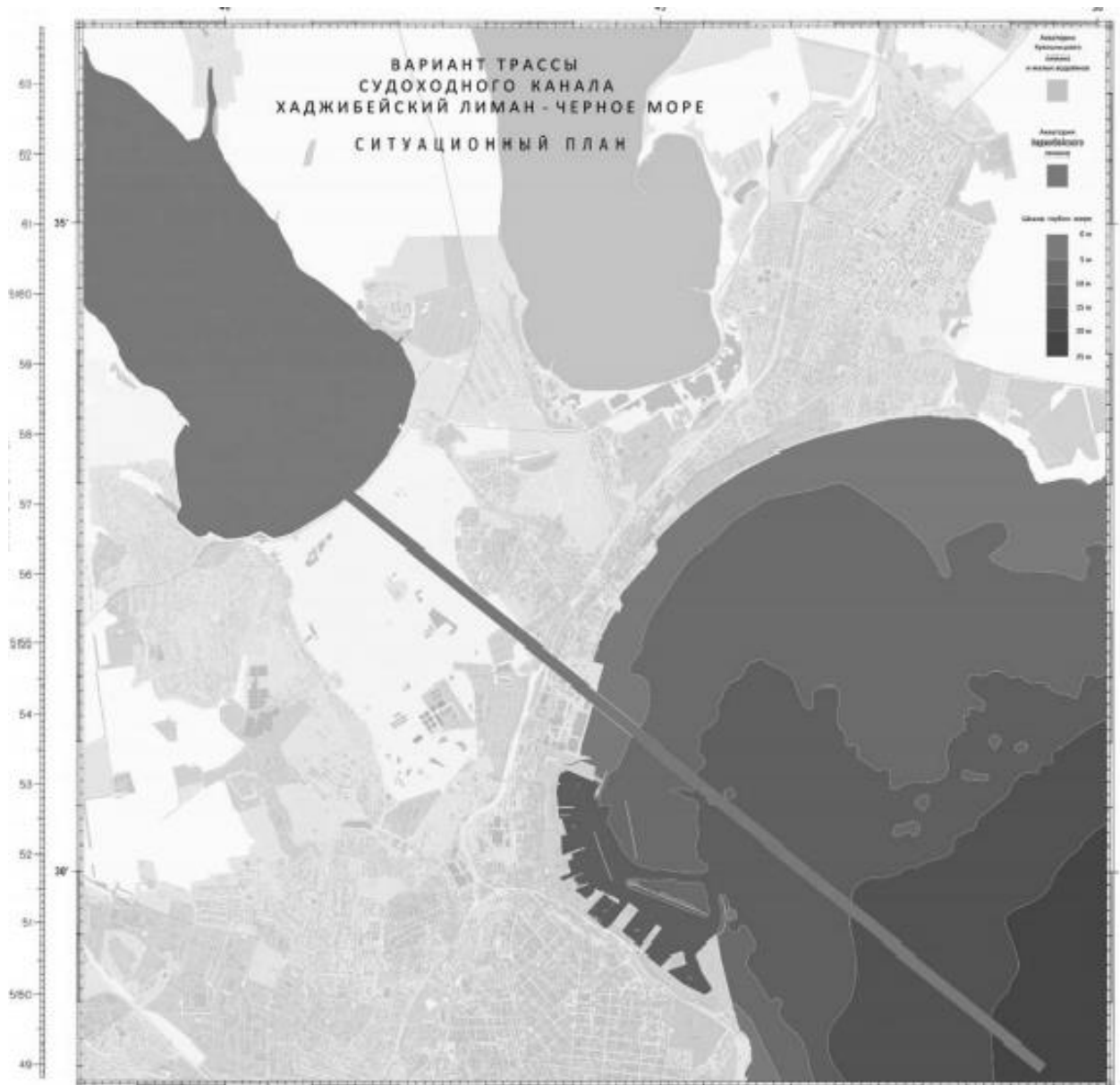


Рисунок 5.1 – Варіант судноплавного з'єднання каналом Хаджибейського лиману з Чорним морем [20]

З'єднання Хаджибейського лиману з Одеською затокою Чорного моря допоможе і в вирішенні ряду інших екологічних завдань, серед яких: зменшення абразійних втрат на узбережжі Хаджибейського лиману з відповідною користю для територіально-аквальних систем водойми; відтворення плавневих екосистем на пересипу як частини екологічної мережі Чорноморського регіону; перспективне зменшення рекреаційного навантаження на берегову зону Одеської агломерації за рахунок реабілітації оздоровчих ресурсів Хаджибейського лиману [20].

## 5.2 Рекомендації щодо відновлення природного стану русел річок в басейні лиману

Діяльність людини призвела до трансформації природних екосистем малих річок і ландшафтів практично на всій території України. Басейн Хаджибейського лиману не є виключенням. Крім режимних заходів збереження природних екосистем і ландшафтів, одним із важливих напрямків природоохоронної діяльності є відновлення (ренатуралізація) природних екосистем (у тому числі русел малих річок) і їх компонентів.

### 5.2.1 Оцінка можливих змін стану малих річок в басейні лиману

Оцінювання можливих змін гідроекологічного стану водних екосистем малих річок лиману у майбутньому для періоду 2021-2050 рр. виконується за обраним регіональним сценарієм змін клімату A1B [25, 41, 42, 43]. Розрахунок здійснюється при різних варіантах господарської діяльності (головним чином, регулювання стоку річок ставками і водосховищами).

Згідно статті 82 Водного кодексу України *«Регулювання стоку річок, створення штучних водойм»* для будь-яких за розміром річок *«забороняється споруджувати в їх басейні водосховища і ставки загальним обсягом, що перевищує обсяг стоку даної річки в розрахунковий маловодний рік, який спостерігається один раз у двадцять років»*.

Отже, об'єм регулювання штучними водоймами  $W_{ШВ}$  не повинен перевищувати об'єм природного (непорушеного антропогенним впливом на водну екосистему річки – господарською діяльністю) стоку річки  $W_{ПР}$  в маловодний рік, який спостерігається один раз у двадцять років.

Для зменшення втрат води на випаровування з водної поверхні штучних водойм, пропонується змінити їх конфігурацію в плані (рис. 5.2). Для цього необхідно штучним водоймам, створеним у руслах річок і балок (рис. 5.2а), надати форму подібну меандру, наприклад, у вигляді русла за формою правильного слабковигнутого меандру [36], з вигином рівномірної крутості (як це показано на рис. 5.2б). В цьому випадку площа поверхні води, а відповідно й об'єм випареної води, зменшиться у декілька разів. Після зміни конфігурації (типу) штучної водойми, щороку у періоди весняного водопілля або/та дощових паводків, втрати стоку на поповнення її об'єму будуть меншими, а «зеконмлений» об'єм руслового стоку піде на поповнення лиману або нижче розташованих водойм, русла чи плавнів.

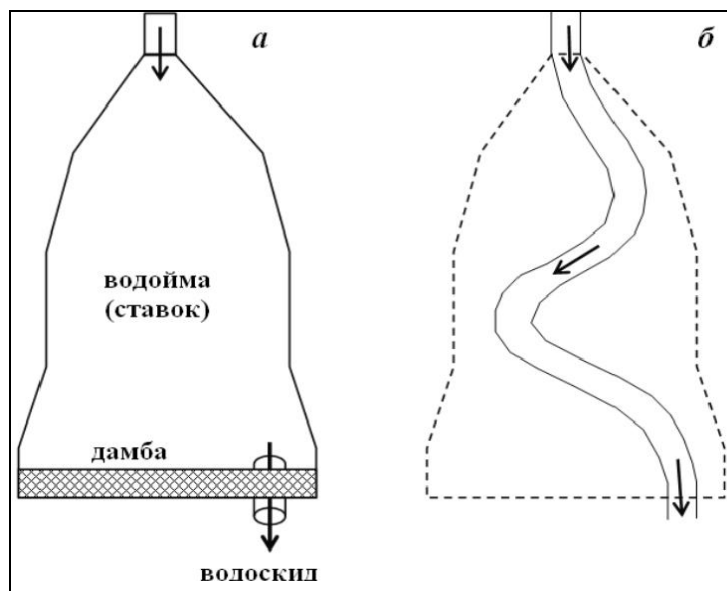


Рисунок 5.2 – Схема зміни конфігурації традиційної штучної водойми (а) на водойму (русло) у вигляді правильно слабковигнутого меандру (б)

У майбутньому необхідно здійснити заліснення прибережних захисних смуг вздовж русел річок та модифікованих штучних водойм (рис. 5.2б). Впровадження цього заходу дозволить після зростання дерев і кущів зменшити випаровування з водної поверхні (за рахунок затінення поверхні води, зменшення температури, збільшення вологості повітря, зменшення випаровування з водної поверхні, переведення поверхневого стоку у підземний). Древа та кущі також сприятимуть збільшенню водності шляхом затримки та накопичення у своїх заростях додаткової кількості атмосферних опадів (насамперед, при від'ємних температурах повітря).

### 5.2.2 Теоретичне підґрунтя відновлення екосистем малих водотоків

Вирішуючи завдання відновлення екосистем малих водотоків, вчені підкреслюють, що головним шляхом для цього повинно бути усунення причини негативної дії. Так, серед подібних заходів доцільним є відновлення природного рельєфу русла та розчистка водоносних горизонтів.

Проблеми екологічного стану малих річок перебувають під постійною увагою дослідників: виконано аналіз направленості та ступеню змін їх русел ерозійно-аккумулятивними процесами, отримані кількісні характеристики цих змін, встановлений їх зв'язок із зливом ґрунтів.

Встановити граничні умови початку замулення та деградації, дослідити умови проходження руслоформуєчих витрат та екологічно-необхідний стік для малих річок.

Вирішення вказаних проблем дозволить здійснити розробку та впровадження системи заходів з рекультивації русел малих річок [36].

Відновлення русел річок є одним із основних напрямків ренатуралізації природних ландшафтів. Руслам природних водотоків властиві меандри, які сповільнюють течію річки, зменшують пропускну здатність русла і впливають на режим затоплення заплави.

Раніше для підвищення пропускну здатності річок їх русла часто спрямлялися. Такі зміни морфології русел призвели до зменшення та припинення повеней, посилення розмивання берегів і виносу речовин, послаблення водоочисної здатності водно-болотних систем і втрати біорізноманіття природних комплексів заплави. Отже, відновлення морфології русел, властивої природному ландшафту, здатне відновити не тільки природний паводковий режим річки, але й призупинити небажані екзогенні процеси, відновити ландшафтне та біологічне різноманіття заплави.

### 5.2.3 Рекомендації щодо відновлення природного стану русла малої річки Свинна на ділянці Єгорівського водосховища у басейні Хаджибейського лиману

Мала річка Свинна (площа водозбору дорівнює 772 км<sup>2</sup>) є природним джерелом живлення прісною водою та складовою водної екосистеми Хаджибейського лиману [7].

Інтенсивний антропогенний вплив на екосистему річки, у вигляді водогосподарської трансформації гідрографічної мережі штучними водоймами (ШВ) в умовах аридного клімату, призвів до значного погіршення її стану, насамперед до зменшення водності в басейні річки за рахунок збільшення посушливості клімату та зростання втрат води на випаровування з поверхні води ШВ. Основним є Єгорівське водосховище: повний об'єм – 3160000 м<sup>3</sup>, площа поверхні води – 2337000 м<sup>2</sup>, середня глибина – 1,35 м (за даними Державного регіонального проектно-вишукувального інституту «Укрпівдендінпроводгосп»). Для зменшення втрат на випаровування пропонується ренатуралізувати (відновити) природний стан русла річки на ділянці даного водосховища (шляхом зміни конфігурації в плані (типу) існуючої ШВ). Замість існуючої ШВ (рис. 5.3 – карта ліворуч) відновлюється природне русло (рис. 5.4 та рис. 5.3 – ескіз праворуч) у вигляді правильних слабо вигнутих меандрів. Для цього спочатку з використанням топографічних карт та супутникових знімків (наприклад, у програмі Google Earth) визначаються: довжина (9580 м), середня ширина (12,5 м) та середня глибина (1,8 м) відновленого русла [15, 39, 40].



Рисунок 5.3 – Фрагмент карти з Єгорівським водосховищем (ліворуч) та ескіз місцеположення відновленого природного русла річки Свинна (праворуч) в басейні Хаджибейського лиману [39]



Рисунок 5.4 – Місцеположення старого меандруючого русла річки Свинна до появи Єгорівського водосховища в басейні Хаджибейського лиману (стан місцевості на 1860 р.) [39]

Далі обчислюється площа поперечного перерізу за формулою

$$\omega = B_{\text{cp}} \times h_{\text{cp}} \quad (5.1)$$

В нашому випадку вода складає:  $\omega = 12,5 \cdot 1,8 = 22,5 \text{ м}^2$ .

Ємність відновленого русла визначається за формулою

$$V = \omega \times L \quad (5.2)$$

Ємність буде дорівнювати:  $V = 22,5 \cdot 9580 = 215550 \text{ м}^3$ .

Площа поверхні води відновленого русла визначається за формулою

$$F = L \times B_{\text{cp}} \quad (5.3)$$

Для відновленої ділянки русла р. Свинна:  $F = 9580 \cdot 12,5 = 119750 \text{ м}^2$ .

Після відновлення природного русла річки Свинна на ділянці Єгорівського водосховища (рис. 5.3 – ескіз праворуч), площа водної поверхні, а відповідно й об'єм випареної води, зменшаться у 19,5 разів (з  $2337000 \text{ м}^2$  до  $119750 \text{ м}^2$ ) [39, 40].

Ренатуралізація природного русла річки Свинна зменшить щорічні втрати стоку на заповнення існуючого зараз водосховища (у періоди водопілля і дощових паводків) у 14,7 разів (з  $3160000 \text{ м}^3$  до  $215550 \text{ м}^3$ ), а «зеконотлений» об'єм стоку піде на поповнення водойм, які знаходяться нижче за течією, плавні та в Палійовську затоку Хаджибейського лиману.

Зауважимо, що це можливе лише за сприятливих геологічних та гідрогеологічних умов або при унеможливленні втрат води на інфільтрацію.

### 5.3 Рекомендації щодо усунення джерел забруднення лиману

Визначення водоохоронних заходів обумовлюється наступними пріоритетами: здоров'я людини, «здоров'я» морських і прибережних екосистем, на основі різноманітного видового складу рослин і тварин; економічні та соціальні втрати від забруднення навколишнього середовища.

Перш за все потрібно запровадити заходи щодо зниження негативного впливу на лиман виробничої діяльності СБО «Північна», яка здійснює відведення очищених стічних вод у Хаджибейський лиман [1, 3].



Проводити систематичну роботу на підприємствах м. Одеси по організації скидів в міських каналізація забруднюючих речовин на рівні, що забезпечує оптимальні допустимі концентрації забруднювачів на вході до СБО «Північна» шляхом:

- організації локальних систем попередньої очистки виробничих стоків перед відведенням їх в каналізацію;
- регулярного контролю хімічного складу стоків відомчими лабораторіями підприємств;
- забезпечення оптимальних режимів роботи очисного обладнання, перш за все аеротенків;
- дотримання допустимих норм скидів забруднюючих речовин.

Здійснення постійного контролю обсягу і хімічного складу зворотних вод за такими показниками [11]:

1) фізичні та хімічні показники:

- рН, завислі речовини, БСК, розчинений кисень, температура, перманганатна окиснюваність – щоденно;
- ХСК, нітрити, нітрати, фосфати – 1 раз в тиждень;
- амоній сольовий – 1 раз в місяць;
- сульфати, хлориди, щільний осад, нафтопродукти – 1 раз в місяць;
- залізо – 2 рази в місяць;

2) мікробіологічні показники:

- біотоксичність – 4 рази в рік;
- колі-індекс – 1 раз в тиждень;
- індекс колі-фагів – 1 раз в місяць.

Здійснювати відомчий моніторинг поверхневого шару води в районі скидів стоків за контрольованими показниками, у тому числі контроль стану лиману в районі скидів вод з СБО «Північна».

Впровадити системи безперервного моніторингу надходження до акваторії Хаджибейського лиману біогенних та органічних речовин від сільськогосподарських підприємств, пестицидів та інших токсичних речовин в межах прибережної лиману.

Вести контроль за кількісними та якісними характеристиками скидів колекторно-дренажних вод в лиман.

Зменшення забруднення від скидів сміття та відходів господарської діяльності: провести інвентаризацію смітників та звалищ у межах прибережної захисної смуги Хаджибейського лиману.

В системі заходів з оптимізації екологічного стану ґрунтів в басейні Хаджибейського лиману, доцільно зменшити ступінь їх розораності з збільшенням частки трав в структурі сівозмін.

Необхідно удосконалювати систему землеробства з впровадженням елементів контурно-меліоративної організації території з метою охорони плідючих ґрунтів і недопущення їх змиву в акваторію лиману. Оранку слід заборонити і використовувати тутешні землі під сінокоси і ділянки обмеженого випасу худоби. Круті ділянки прибережно-берегових схилів, ускладнені ярами, балками і зсувами, оголеннями вапняків, які традиційно використовуються під пасовища, потребують проведення заходів щодо поліпшення травостою шляхом підсіву цінних в кормовому відношенні трав, ліквідації бур'янів. Найбільш круті й обривисті ділянки узбережжя лиману, які глибоко розчленовані ярами, балками та осипами, необхідно повністю відвести під ґрунтозахисні, берего- і водоохоронні лісонасадження.

Удосконалення системи моніторингу та оцінки впливу природних та антропогенних факторів на навколишнє природне середовище: обґрунтування оптимальної системи моніторингу у районах найбільшого антропогенного впливу, розроблення структури і програми моніторингу Хаджибейського лиману.

## ВИСНОВКИ

У магістерській роботі вирішено задачу збору й узагальнення даних про якість води та екологічний стан Хаджибейського лиману, оцінено зміни гідрологічних, гідрохімічних, гідробіологічних показників гідроекологічного стану водойми у XX та XXI сторіччях, які відбулися під впливом господарської діяльності в басейні та акваторії лиману.

З'ясовано, що основним антропогенним чинником погіршення якості води та екологічного стану лиману є скидання до водойми виробничих і господарсько-побутових стоків з СБО «Північна», дренажних насосних станцій № 4 і № 5 (на пересипу між лиманом і морем) та КОС «НАТІ». Визначено, що до 1970 р. стічні води м. Одеси перед скидом в лиман очищалися тільки на полях фільтрації. Після закінчення будівництва споруд механічного очищення, з 1970 по 1986 рр. стоки після механічної очистки та біологічної очистки на полях фільтрації також скидалися у лиман. У 1986 р. введена в експлуатацію біологічна ступінь очищення стоків, які потім по скидних каналах надходили до КНС-25 і далі перекачувалися до Хаджибейського лиману (145 діб – з кінця квітня по середину вересня) або в Одеську затоку Чорного моря (220 діб – з середини вересня по кінець квітня). У 2017-2018 рр. стічні води з СБО «Північна» скидалися лише до лиману. Дані про об'єми стоків, які надходять на очистку і відводяться до лиману, показали, що СБО «Північна» працює на 53-55%. Проектна продуктивність роботи для СБО «Північна» становить 400000 м<sup>3</sup>/добу, а для КОС «НАТІ» – 400 м<sup>3</sup>/добу (один випуск з двох модулів КУ-200 по 200 м<sup>3</sup>/добу). Надходження стічних вод з СБО «Північна» до лиману щорічно становлять 150-170 млн. м<sup>3</sup> (приблизно чверть усього об'єму лиману).

На підставі аналізу даних про показники якості неочищених стічних вод на вході до очисних споруд і очищених стічних вод на виході з них можна зробити висновки про неповну очистку каналізаційних стічних вод на СБО «Північна», хоча на очисні споруди надходять стічні води, показники яких задовольняють вимогам для прийому на очисні споруди.

Для зниження негативного впливу на гідроекосистему Хаджибейського лиману необхідно проводити систематичну роботу на підприємствах міста Одеси по організації скидів у каналізацію забруднюючих речовин на рівні, що забезпечує оптимальні допустимі концентрації забруднювачів на вході до очисних споруд шляхом організації локальних систем передочистки виробничих стоків перед відведенням їх в каналізацію та контролю складу стоків відомчими лабораторіями підприємств.

Незважаючи на скидання стічних вод, співвідношення основних іонів у воді лиману майже не змінилося. Хімічний склад води коливається по довжині акваторії лиману в незначних межах. Води лиману відносяться до хлоридно-натрієвого класу. За різними оцінками якість води в лимані змінюється від слабо забрудненої до помірно забрудненою.

Мінералізація (солоність) води Хаджибейського лиману є найменшою на весні (4,76-4,86 г/дм<sup>3</sup>), літом-осінню – найбільша (до 6,12 г/дм<sup>3</sup>), взимку – зменшується (до 5,18 г/дм<sup>3</sup>). Прозорість води найбільша в зимово-весняний сезон (в середньому 0,5 м), найменша – літом- осінню (в середньому 0,3 м). Найменший вміст розчиненого у воді кисню в влітку (3,21 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), найбільший – весною (16,14 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). За класифікацією О. О. Альокіна води лиману є хлоридного класу, групи натрію, третього типу, тобто належать до змішаних вод помірної мінералізації.

Встановлено, що в лимані відбулася деградація цінних в лікувальному відношенні ропи і гязі. Їх цілющі властивості погіршилися, що пояснюється багаторічними скидами стічних вод. Негативний вплив скидів з СБО «Північна» проявляється, перш за все в мікробіологічному забрудненні, посилення накопичення опадів, руйнуванні природних середовищ існування гідробіонтів, безперервному забрудненні води і донних відкладень нафтопродуктами, СПАР, мінеральними і органічними біогенними речовинами. Крім цього, недостатнє очищення стічних вод призвело до забруднення лиману нітратами і фосфором.

В роботі визначено, що за останні 100 років в басейні та акваторії Хаджибейського лиману відбулися значні водогосподарські перетворення, основними з яких є такі: регулювання та перехоплення стоку річок ставками, водосховищами, копанями в їх руслах і заплавах; спорудження гребель навколо лиману, що перетворили його на водосховище; будівництво складної системи «полів фільтрації» та СБО «Північна», яка скидає нормативно очищені комунально-побутові стоки м. Одеси в лиман; поступове накопичення в лимані сполук азоту та фосфору, у тому числі у донних відкладеннях, які служать джерелом додаткового надходження біогенних речовин у воду, призводячи до вторинного евтрофування водойми, й інше.

Також встановлено, що в Хаджибейській лиман можуть потрапляти залишки отрутохімікатів і мінеральних добрив та інших забруднювальних речовин. Наприклад, вище с. Алтестове знаходиться сховище пестицидів, яке останні два роки є в неналежному (відкритому) стані.

В роботі запропоновані конкретні рекомендації щодо відновлення природного стану русел річок в басейні лиману, можливого водообміну лиману з Чорним морем та усунення джерел забруднення лиману.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: коллективная монография / Под ред. Ю. С. Тучковенко, Е. Д. Гопченко. Одесса: ТЭС, 2012. 224 с.
2. Водний баланс Хаджибейського лиману за різних умов його існування: Звіт з НДР. Од. держ. екол. ун-т. Одеса, 2011. 86 с.
3. Оцінка гідроекологічного стану верхньої частини Хаджибейського лиману від с. Єгоровка до с. Алтестове та розробка рекомендацій по поліпшенню водного режиму та відновленню її біологічних ресурсів: Звіт з НДР. Од. держ. екол. ун-т. Одеса, 2011. 263 с.
4. Купчак Р. М., Гриб О. М. Сучасні гідроекологічні проблеми Хаджибейського лиману // Матер. конф. молодих вчених Од. держ. екол. ун-ту, 22-26 квітня 2013р., Одеса: ТЕС, 2013. С. 52.
5. Гопченко Е. Д., Лобода Н. С., Тучковенко Ю. С., Гриб О. Н., Килимник А. Н., Белов В. В., Божок Ю. В. Современное гидроэкологическое состояние и проблемы управления водно-солевым режимом Хаджибейского лимана-водохранилища при разных условиях его функционирования // Труды IV междунар. научно-практической конференции «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов». Пермь: «Престайм», 2013. С. 61-65.
6. Паспорт реки Малый Куяльник / Одесса: Укрюжгипроводхоз, 1992. 130 с.
7. Паспорт реки Свиная / Одесса: Укрюжгипроводхоз, 1992. 110 с.
8. Гопченко Е. Д., Гриб О. М., Гриб К. О. Зв'язок солоності та рівнів води Хаджибейського лиману й оцінка замулення водойми // Зб. док. та ст. / За загальн. ред. В. М. Небрата / Одеса: ІНВАЦ, 2011. С. 207-211.
9. Гопченко Е. Д., Гриб О. М., Шакірманова Ж. Р., Сербов М. Г., Бояринцев Є. Л., Терновий П. А. Сучасні морфометричні та основні фізико-хімічні характеристики Хаджибейського лиману // Вестник Гидрометцентра Чёрного и Азовского морей. Государственная гидрометеорологическая служба Украины / 2011. № 1(12). С. 137-142.
10. Тимченко В. М. Эколого-гидрологические исследования водоёмов Северо-Западного Причерноморья / К.: Наук. думка, 1990. 240 с.
11. Проект предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ, отводимых с возвратными водами предприятий филиала «Инфоксводоканал» во внутренние морские воды Чёрного моря и реку Днестр / Одесса: ГП УкрНИИМФ, 2010. 209 с.
12. Гопченко Е.Д. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях) / Е. Д. Гопченко, Н.С. Лобода / К.: КНТ, 2005. 188 с.

13. Тучковенко Ю. С., Иванов В. А., Сапко О. Ю. Оценка влияния береговых антропогенных источников на качество вод Одесского района северо-западной части Черного моря: моногр. / Морской гидрофиз. ин-т НАНУ; Од. гос. эколог. ун-т. Севастополь: НПЦ ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. 169 с.

14. Розенгурт М. Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов: монография. Киев: Наукова думка, 1974. 224 с

15. Гриб О. М. Про можливість використання існуючих штучних водойм в гирловій ділянці річки Свинна для зниження рівня води у Хаджибейському лимані при по-значках рівня води вищих за 1,5 м БС // Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейсько-го лиманів, території міжлимання: сучасний стан, перспективи розвитку: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф(м. Одеса, 18-20 листоп. 2015 р.). Одеса: ТЕС, 2015. С. 37-39.

16. Шакірзанова Ж. Р. Оцінка стану Хаджибейського лиману та прогнозування можливих рівнів води у ньому// Український гідрометеорологічний журнал. 2015. №16. С. 156-163.

17. 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.

18. Шекк П. Изменение видового состава ихтиофауны Хаджибейского лимана под действием антропогенных факторов и пути её целенаправленного формирования // Науковий вісник Східноєвропейського університету ім. Л. Українки. Зоологія. 2015. №2. С. 76-82.

19. Ю. И. Богатова , Л.Ю. Секундяк , Е. В. Кирсянова. Качество водной среды Хаджибейского лимана летом 2016 года. // Вісн. Одес. Держ. Екол . унів. ; 2017 р. 78-84 с.

20. Зизак В. П., Скачек А. М., Фрейдлин М. П. Глубоководный порт в Хаджибейском лимане. Судходный канал Хаджибейский лиман – Чёрное море. Развитие районов Куяльницко-Хаджибейской пересыпи. Проектные предложения / О. : Морской проект, 2012.

21. Звіт підприємств філії «Інфоксводоканал».

22. Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського 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.

23. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції “Лимани північно-західного Причорномор’я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення” / Одеса: ОДЕКУ, 2012. 160 с.

24. Старушенко Л. И., Бушуев С. Г. Причерноморские лиманы Одесщины и их рыбо-хозяйственное использование. Одесса: Астропринт, 2001. 152 с.
25. Водний режим та гідро екологічні характеристики Куяльницького лиману : Монографія /за ред. Н. С. Лобода , Є. Д. Гопченка . Одеський державний екологічний університет , Одеса : ТЕС , 2016. 332с.
26. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції « Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів , території міжлимання : сучасний стан , перспективи розвитку »(18- 20 листопада 2015р. ). ; ОДЕКУ ; УКРМЕПА. Одеса : ТЕС , 2015. 152с.
27. Природа Одесской области. Ресурсы, их рациональное использование и охрана / Под. ред. Г. И. Швевса / Киев-Одесса: Вища шк. 1979. 144 с.
28. Атлас Одеської області / Одеса: Хорс, 2002. 80 с.
29. Одеський регіон:природа,населення, господарство. Навчальний посібник / За загальною редакцією О.Г.Топчієва / Одеса: Астропринт, 2003. 184 с.
30. Ю. С. Тучковенко, М. О. Козлов Водний баланс Хаджибейського лиману у сучасний період // Вісн. Одес. Держ. Екол. унів. ; 2017 р. 66-77 с.
31. Оцінка наповнення Хаджибейського лиману поверхневими водами та довгострокове прогнозування його стану у весняний період року: Звіт з НДР. Од. держ. екол. ун-т. / Одеса, 2009. 200 с.
32. Оцінка можливого альтернативного наповнення Куяльницького лиману водами Чорного моря, річки Дністер й інших лиманів і водних об'єктів: Звіт з НДР (науковий керівник: Ю.С. Тучковенко). Од. держ. екол. ун-т. / Одеса, 2012. 238 с.
33. Споруди з обробки осаду і системі відводу очищених стічних вод від станції біологічної очистки «Північна» м. Одеси. Розділ «Оцінка впливу на навколишнє природне середовище». ПП «ТЕХКОНТРАКТ». Одеса, 2003.
34. Правила прийому виробничих стічних вод в систему каналізації м Одеси. Одеса, 1992.
35. Цымбалюк К.К., Вострикова Т.П., Деньга Ю.М., Антонович В.П. Загрязнение Хаджибеевского лимана стойкими органическими загрязнителями // Причерноморский экологический бюллетень. 2011. №3(41). С. 153.
36. Игошин Н. И. Проблемы восстановления и охраны малых рек и водоёмов. Гидроэкологические аспекты: уч. пос. / Од. национал. ун-т им. И. И. Мечникова. Харьков: Бурун Книга, 2009. 240 с.

37. Ренгач О. В., Гриб О. М. Оцінка якості скидних вод з СБО «Північна» до Хаджибейського лиману // Матеріали XVI наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса: ОДЕКУ, 2017. С. 79-80.

38. Гриб О. М., Лобода Н. С., Яров Я. С., Гриб К. О., Ренгач О. В., Марчук О. В. Якість води малих річок на водозборах Хаджибейського та Куяльницького лиманів (Свинна, Малий і Великий Куяльник) в умовах водогосподарських перетворень в їх басейнах // «Вода: проблеми та шляхи вирішення». Збірник статей Науково-практичної конференції із міжнародною участю, м. Рівне, 5-8 липня 2017 року / Житомир: Видавництво ЕЦ «Укрекобіокон». 2017. С. 73-79.

39. Ренгач О. В., Гриб О. М. Розробка рекомендацій щодо ренатуралізації (відновлення) природного стану русла малої річки Свинна на ділянці Єгорівського водосховища у басейні Хаджибейського лиману // Збірник матеріалів V Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навкол. середовища та збаланс. природокор.» (Харків, 29-30 лист. 2017 р.). С. 108-110.

40. Ренгач О. В., Гриб О. М. Оцінка можливого ефекту від заходів з ренатуралізації природного стану русел річок у басейні Хаджибейського лиману (на прикладі річки Свинна в межах Єгорівського водосховища) // Матеріали XVII наук. конф. мол. вч. ОДЕКУ. Одеса, 2018.

41. Y. Tuchkovenko, N. Loboda, V. Khokhlov and other Coastal Lagoons in Europe: Integrated Water Resource Strategies. In: Lillebø, Stålnacke and Gooch (Eds). 2015. London: IWA Publishing.

42. Loboda N., Bozhok Y. Impact of Climate Change on Water Resources of North-Western Black Sea Region // International Journal of Research In Earth and Environmental Sciences. 2015. Vol. 02. No. 9. P. 1-6.

43. N.S. Loboda, O.M. Gryb. Hydroecological Problems of the Kuyalnyk Liman and Ways of Their Solution / Hydrobiological Journal. 2017. Volume 53. Issue 6. Pages 87-95.