

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гідрометеорологічний
інститут
Кафедра океанології та
морського природокористування

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Гідрологічний режим «Тузовської групи лиманів»

Виконав студент групи МЗО-18
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
Шиндер Артем Олександрович

Керівник д. геог. н., проф.
Тучковенко Юрій Степанович

Рецензент к.геогр.н., доц.
Сапко Ольга Юріївна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Гідрометеорологічний інститут
Кафедра Океанології та морського природокористування
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Океанологія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
“ 28 ” 10 2019 року

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

Шиндер Артем Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Гідрологічний режим «Тузловської групи лиманів»
керівник роботи д.геогр.н., проф. Тучковенко Юрій Степанович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “18”10 2019 року
№235«С»п.п.-09

2. Строк подання студентом роботи 16 грудня 2019р.

3. Вихідні дані до роботи: Данні різних літературних джерел, науково-технічних звітів, статей, щодо мінливості гідрологічних характеристик Тузловських лиманів. Дані стандартних гідрометеорологічних спостережень на станціях поблизу Тузлівських лиманів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Фізико-географічна характеристика Тузловської групи лиманів. Отримання з різних джерел інформації щодо особливостей формування гідрологічного режиму об'єкту дослідження, їх аналіз. Оцінка складових водного балансу лиманів, його дефіциту в періоди до і після початку кліматичних змін, за даними спостережень на гідрометеорологічних станціях.

Аналіз результатів моделювання водообміну лиманів з морем через канали для компенсації дефіциту водного балансу та стабілізації гідрологічних умов в лимані.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Діаграми внутрішньорічної мінливості середньомісячних значень температури повітря, відносної вологості повітря, атмосферних опадів, розрахованих шарів випаровування, об'ємів річкового стоку за періоди до (1961-1990 рр.) і після (1991-2012 рр.) початку кліматичних змін за даними найближчих до лиманів ГМС. Таблиця розрахунку складових річного прісного водного балансу лиманів та його дефіциту. Графіки і карти з результатами моделювання мінливості солоності води в лиманах за різних умов водообміну з морем через канали.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28.10. 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Одержання завдання на виконання магістерської роботи	28.10.19	80	добре
2	Огляд літератури та підготовка розділу. Фізико – географічна характеристика лиманів, опис проблеми, збір даних	29.10-5.11.19	70	добре
3	Оцінка складових річного водного балансу Тузловських лиманів, розрахунок дефіциту балансу до і після 1990р. Підготовка вхідних даних для моделювання	6-10.11.2019	65	Задов.
4	Проведення розрахунків за гідродинамічною моделлю	11-17.11.2019	65	Задов.
5	Аналіз результатів розрахунків моделювання мінливості солоності вод у водоймі за різних умов водообміну з морем	15-17.11.2019	60	Задов.
6	Рубіжна атестація	18-23.11.2019	68	Задов.
7	Підготовка тексту магістерської роботи	24.11-01.12.19	65	Задов.
8	Оформлення магістерської роботи відповідно до вимог	02-8.12.2019		
9	Попередній захист	09.12.2019	65	Задов.
10	Перевірка на плагіат	13.12.2019		
11	Рецензування			
12	Строк подання роботи на кафедру	06.12.2019	60	Задов.
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		66	Задов.

Студент

(підпис)

Шиндер А. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Тучковенко Ю.С.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

На магістерську роботу по темі «Гідрологічний режим Тузловської групи лиманів»» магістра групи МЗО-18 Шиндера Артема Олександровича

Актуальність обраної теми полягає в тому, що за відсутності водообміну з морем, в Тузловській групі лиманів відбувається значне обміління, підвищення солоності вод і, як наслідок, зменшується біорізноманіття екосистеми лиманів та її рибопродуктивність. Для запобігання цим негативним наслідкам слід забезпечити ефективний водообмін лиманів з морем через штучні канали.

Мета роботи – визначити особливості формування гідрологічного режиму лиманів Тузловської групи та чинників, які на нього впливають, оцінити дефіцит прісного водного балансу водойми, визначити оптимальні умови його компенсації шляхом забезпечення водообміну з прилеглою акваторією моря через штучні канали.

Об’єкт дослідження – Тузловська група лиманів Північно-Західного Причорномор’я.

Предмет дослідження – гідрологічний режим лиманів Тузловської групи та чинники, які на нього впливають.

Методи дослідження – аналіз даних літературних джерел, стандартні методи статистичної обробки даних спостережень, чисельне гідродинамічне моделювання гідрологічних процесів.

Результати, їх новизна – оцінено складові річного прісного водного балансу Тузловської групи лиманів, визначений дефіцит прісного водного балансу та його зміни, які відбулись внаслідок кліматичних змін; на підставі результатів гідродинамічного моделювання визначено як умови водообміну з морем через штучні канали впливають на мінливість солоності води в лиманах.

Результати роботи можуть бути використані при розробці плану водного менеджменту лиманів Тузловської групи.

Кількісні оцінки гідрологічних характеристик води на станції Усть-Дунайськ, наведені в магістерській роботі, суттєво уточнюють і доповнюють дані з літературних джерел, так як базуються на матеріалах спостережень останніх років.

Магістерська кваліфікаційна робота в обсязі 51 сторінок складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань з 30 джерел, містить 21 рисуноків та 5 таблиць.

Ключові слова: *Тузловські лимани, водний баланс, водообмін з морем, солоність вод.*

SUMMARY

On the master's work on the topic "Hydrological regime of the Tuzlovsky group of limans" "Magister of the group MLO-18 Shinder Artyom Oleksandrovich

The relevance of these courses is that, because of the widespread water exchange in the sea, in the Tuzlovsky group of estuaries, there are more significant variations in salt water, more and more water systems are available. In order to prevent negative consequences, you should ensure that you can effectively water the estuary with the sea through piece channels.

Meta robots - see the peculiarities of the form of the hydrological regime of the estates of the Tuzlovsky group and officials, add water to them, assess the deficit of water balance with water, signify the best way to compensate for the cost of the sea.

Obligation: Tuzlovsk group of estuaries of the Pivnichno-Zakhidnogo Black Sea coast.

The subject of the report is the hydrological regime of the estuaries of the Tuzlov group and officials, so that they can pour it on.

Methodology - an analysis of the current literary standards, standard methods of statistical processing of these data, numerically modeling the process of hydrological processes.

Results, ix novelty - assessed storage facilities of the fresh water balance of the Tuzlovsky group of estuaries, designations of deficit of the clear water balance of that first serpent, as well as a great deal of knowledge of the world; on the preliminary results of the hydrodynamic model, it is indicated how to wash the water from the sea through piece channels to absorb the saltiness in the estuaries.

The results of the robots can be but in the case of a detailed plan for water management of the estates of the Tuzlov group.

Kilkisni estimates of the hydrological characteristics of the drive to the Ust-Dunaysk station, pointing to the master robot, specify and update the data from the literature, so I'm based on the materials that are left unchanged.

Magisterska kvalifikatsiyna robots in total 51 sides stored for 4 rozdiliv, visnovkiv, lane posilan iz 30 dzherel, there are 21 figures and 5 table.

Key words: Tuzlovsky estuary, water balance, water exchange with the sea, salt water.

ЗМІСТ	
Вступ.....	8
1. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС ТУЗЛОВСЬКОЇ ГРУПИ ЛИМАНІВ.....	10
1.2. Морфометричні характеристики Тузловської групи лиманів.....	13
1.3. Метеорологічні та кліматичні умови.....	14
1.4. Водотоки, які живлять Тузловську групу лиманів прісною водою.	19
1.5 Гідродинамічні процеси в Тузловських лиманах.....	21
2. ПРИРОДНІ РЕСУРСИ ТУЗЛОВСЬКОЇ ГРУПИ ЛИМАНІВ ТА ПРОБЛЕМИ ЇХ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ І ЗБЕРЕЖЕННЯ	
3. ВОДНИЙ БАЛАНС ТУЗЛОВСЬКИХ ЛИМАНІВ.....	
4. МОДЕЛЮВАННЯ МІНЛИВОСТІ СОЛОНОСТІ ВОД В ТУЗЛОВСЬКИХ ЛИМАНАХ ЗА РІЗНИХ УМОВ ВОДООБМІНУ З ВІДКРИТИМ МОРЕМ.....	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	

ВСТУП

Тузловська група лимано-лагун, розташована в центральній частині Дунай-Дністровського межиріччя, відноситься до типу мілководних, періодично відкритих водойм. У її складі виділяються три основних лимани: Шагани, Алібей, Бурнас та ряд більш малих. Водойма відокремлена від прилеглої акваторії моря пісчаною косою - пересипом. При відсутності водообмену з морем лимани швидко міліють і для повного їх висихання достатньо 3-4 років. Відомо, що в XIX ст. солоність води в лиманах досягла 200 ‰ і в них видобувалась сіль. При катастрофічному падінні рівня в 1868-1869 рр. Тузловські лимани перетворились в гіпергалинні болотні солонці. Влітку 1915 р. солоність їх вод досягала 100 - 140 ‰. Після встановлення стабільного періодичного штучного зв'язку лиманів з морем, солоність їх вод знизилася до 20-40 ‰.

Для групи Тузловських лиманів основним напрямком діяльності є збереження природної рівноваги водних біологічних ресурсів, охорона природного середовища в межах Національного природного парку «Тузловські лимани». Важливе місце серед умов, які сприяють збереженню біологічного різноманіття та продуктивності лиманів, займає режим солоності в них.

Дослідження проведені в попередні роки свідчать, що головна гідроекологічна проблема Тузловської групи лиманів полягає в обмілінні і підвищенні солоності вод до критичних значень в роки, коли відсутній водообмін з морем. Висока солоність лиманних вод, яка в кілька разів перевищує солоність морських вод, перегрів вод влітку і переохолодження їх взимку, викликані обмілінням, негативно впливають на біорізноманіття екосистеми і її рибопродуктивність.

Тому актуальною є задача визначення особливостей формування гідрологічного режиму лиманів Тузловської групи, оцінки складових його прісного водного балансу та дефіциту, який, для забезпечення стабільності

гідрологічного режиму та сталих екологічних умов, повинен компенсуватися надходженням морських вод через штучні канали споруджені в пересипу.

Мета роботи полягає у визначенні особливостей формування гідрологічного режиму лиманів Тузловської групи та чинників, які на нього впливають, оцінці дефіциту прісного водного балансу водойми, а також оптимальних умов його компенсації шляхом забезпечення водообміну з прилеглою акваторією моря через штучні канали.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС ТУЗЛОВСЬКОЇ ГРУПИ ЛИМАНІВ

Тузловська група лимано-лагун, розташована в центральній частині Дунай-Дністровського межиріччя (рис. 1.1), відноситься до типу мілководних, періодично відкритих водойм. У її складі виділяють 13 лиманів (рис. 1.2) Серед них найбільші за площею наступні.

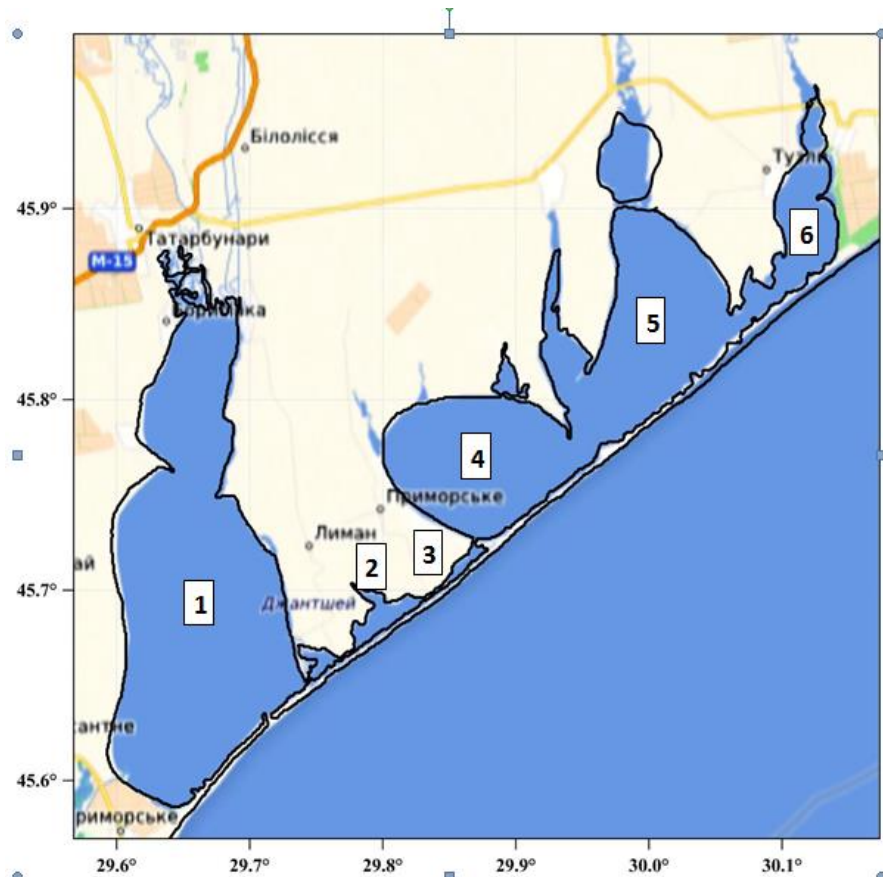


Рисунок 1.1 – Географічне розташування Тузловської групи лиманів. Позначені лимани: 1 – Сасик; 2 – Джантшейський; 3 – Малий Сасик; 4 – Шагани; 5 – Алібей; 6 – Бурнас

Бурнас – солоноводний лиман, його солоність звичайно вища, ніж у Чорному морі, однак у деякі особливо засушливі роки вона збільшувалася більш ніж до 60 ‰. Довжина лиману близько 7 км, ширина – від 1 до 3 км. На півночі л.Бурнас сполучається з лиманом Солоне, який зазвичай у літній період значно пересихає, однак при цьому є дуже привабливим для птахів.

На південному заході цей лиман з'єднується з лиманом Курудіол. Живлення лиману здійснюється за рахунок Чорного моря та за допомогою каналів для рибовидобувної галузі, а також водами річки Алкалія, що впадає в лиман Солоне. Координати: 45°50'40" пвн. ш. 30°07'06" сх. д [3, 9].

В північно-західній частині узбережжя лиману розташований курорт Лебедівка. Пелоїди з лиману можуть використовуватися для грязелікування. Береги лиману місцями обривисті. Низькі береги та тимчасові коси є місцями гніздування птахів.

Шагани – солоноводний лиман, відокремлений від моря піщаним пересипом. У разі з'єднання з морем солоність води близька до морської (біля 13 ‰). Однак, у випадку відсутності сполучення із морем, лиман є найменш солоним із усіх, тому що в нього через лимани Джантшейський та Малий Сасик надходить прісна вода з вдсх. Сасик. Площа близько 70 км². Сполучається з лиманом Алібей. Довжина лиману близько 9 км, ширина – близько 8 км. Координати: 45°43'00" пвн. ш. 29°52'00" сх.д. [1]



Рисунок 1.2 – Розташування лиманів Тузловської групи

Алібей – солоноводний лиман, який утворився на місці колишнього гирла річки Хаджидер. Його довжина – близько 15 км, ширина – близько 11

км, площа – 72 км². Найглибший лиман – його глибина сягає до 2,8 м. Алібей також відгороджений від моря піщаним пересипом. На південному сході Алібей сполучається з лиманом Бурнас (через Курудіол), на півночі – з лиманом Карачаус і на заході з лиманом Шагани. Верхів'я лиману, куди впадала річка Хаджидер, були віддамбовані (т.з. Румунська дорога). Береги лиману є місцями гніздування птахів. Координати: 45°47'27" пвн. ш. 30°00'30" сх.д. [1].

Хаджидер – солоноводний лиман. Лиман утворився при відділенні (віддамбуванні) гирла річки Хаджидер, у минулому складав з лиманом Алібей одне ціле. В нього впадають річка Хаджидер і мала річка Глибока. Довжина лиману – 4 км, ширина – 2,5 км. Координати: 45°52'41" пн. ш. 29°58'53" сх.д. На березі лиману Хаджидер розташовані села Лиман і Безім'янка [4].

Лиман **Джантшейський** – чорноморський лиман, опріснений в результаті скиду вод з лиману Сасик. Його глибина не перевищує 1 м. Низькі береги сильно поросли очеретом. Цей лиман є місцем масової присутності пеліканів та гніздування птахів. Координати: 45°37'29" пвн. ш. 29°47'17"сх. Д[4].

Лиман **Малий Сасик** – має майже такі характеристики, як і лиман Джантшейський – має вплив лиману Сасик, як результат будівництва Дунай-Дністровської зрошувальної системи. Також на піщаному пересипі є численні невеликі озера з водою різної солоності – від майже прісної до гіперсолонної (до 80 ‰) [1].

Водойма відокремлена від прилеглої акваторії моря піщаним косою-пересипом, який може частково розмиватися навесні і осінню, в період сильних штормів. Наприклад, за свідченням [4], у березні 1970 р. під час шторму утворилося близько 15 прірв упродовж 25-кілометрової ділянки цього пересипу. Крім того, для потреб рибальства в пересипі створюються штучні канали, що періодично відкриваються. Так, наприкінці XIX - початку XX століття, для потреб кефалеводства був проритий канал в південно-

західній частині лиману Шагани [1]. У післявоєнний час на пересипі були три канали, а в 1995 р. - два. Ці канали відкривались тільки навесні (для впуску мальків кефалі з моря у водойму) та восени (для вилову кефалі в каналах).

1.2 Морфометричні характеристики Тузловської групи лиманів

В таблиці 1.2 наведені морфометричні характеристики водойм, які складають Тузловську групу лиманів, встановлені в [8] за даними вимірювань на електронних картах Google Earth, а глибини – за даними літературних джерел.

Таблиця 1.2 - Морфометрична характеристика Тузловської групи лиманів [8]

Лиман	Довжина по осьовній лінії, км	Відстань між верхів'ям та серединою пересипу	Ширина, км			Загальний периметр, км	Довжина пересипу, км	Площа, кв. км	Найбільша глибина, м
			найменша	середня	найбільша				
Джантшейський	5,9	4,7	0,1	1,4	6,0	21,0	6	8,0	1,2
Малий Сасик	0,8	0,8	1,4	4,3	6,0	11,9	6	3,4	1,2
Шагани	10,7	10,2	1,0	6,8	8,8	31,5	5,3	72,28	2,4
Без назви	2	1,4	0,1	0,7	0,9	7,1	2,3	1,32	0,6
Магалеvський	2,4	2,4	0,3	0,6	0,8	7,2	1,6	1,46	0,4
Мартаза	2,3	2,3	0,1	0,4	0,7	5,6	0,8	0,86	0,8
Будури	3,7	3,5	0,2	1,0	2,2	12,4	2	3,55	1
Алібей	13,5	12,7	2,2	6,4	7,5	42	11,9	86,56	2,5
Карачаус	11	10,8	0,1	1,3	2,7	28,3	3,7	14,34	1,4
Хаджидер	5	4,8	1,2	2,4	2,8	14,3	2,2	11,8	1,4
Курудіол	3,9	3,5	0,1	1,6	2,8	13	3,6	6,42	0,8
Бурнас	8	7,8	1,3	3,2	3,8	22,3	4,3	25,37	1,6
Солоний	4,3	4	0,6	1,1	1,4	10,7	0,8	4,91	1,0

Класифікація водойм за площею водної поверхні розподіляє Тузловську групу лиманів на 8 малих (до 10 км²) та 5 середніх (10,1-100 км²): Шагани, Алібей, Карачаус, Хаджидер, Бурнас.

1.3 Метеорологічні та кліматичні умови

Клімат розглядуваної території помірно континентальний, з недостатнім зволоженням, короткою м'якою зимою і тривалим жарким літом. Головну роль у зволоженні території відіграє атмосферна циркуляція. Вона ж у значній мірі визначає температурний режим холодного півріччя [4]. Характер циркуляційних процесів на південному заході України обумовлюється діяльністю Азорського і Азіатського максимумів, Ісландського мінімуму і циклонічної діяльності на середземноморській гілці помірного фронту. Взимку на Україну розповсюджується гребінь високого тиску від антициклонів, які стаціонарні над південним сходом Європейської території колишнього Союзу чи Північним Казахстаном [4]. Значно рідше приходять арктичні антициклони з Карського моря і Гренландії. На протязі п'яти місяців (V-IX) теплого періоду переважає вплив відрогів Азорського максимуму. Найбільша повторюваність областей високого тиску гається у другій половині літа і на початку осені. При виході антициклонів на Україну швидкість їх переміщення уповільнюється, обумовлюючи близько 63% днів у році з підвищеним тиском [2].

Активна циклонічна діяльність спостерігається під час виходу південних циклонів, які формуються над Середземним морем з жовтня по березень. Навесні і восени з північного заходу Європи приходять атлантичні циклони. Влітку значною повторюваністю відзначаються баричні улоговини і зв'язані з ними фронтальні розділи. В середньому за рік над територією Одеської області проходять 139 атмосферних фронтів: 47 теплих, 64 холодних, 16 вторинних холодних і 12 оклюзії [4].

На протязі року домінують континентальні (52%) і морські (15%)

помірні повітряні маси. Влітку спостерігається трансформація помірного повітря в континентальне тропічне або винос тропічного повітря на південь України з південно-східних районів СТС. Повторюваність тропічних повітряних мас в південних районах області близька до 23%. Значно рідше спостерігаються вторгнення арктичного повітря, яке приносить різкі похолодання взимку, а весною чи восени - заморозки і суховії. Влітку арктичне повітря встигає трансформуватися і призводить до короткочасних похолодань.

Значні відмінності величин радіаційного балансу моря і суші обумовлюють особливості клімату приморських районів. Море акумулює велику кількість тепла, яке витрачається в основному на випаровування і турбулентний теплообмін. При добових амплітудах температури повітря більших, ніж 6 °С, встановлюється бризова циркуляція. У середньому за рік в Одесі - 58 днів з бризами, які спостерігаються з квітня по жовтень. Денні бризи проникають на 30-40, а в окремих випадках на 60 км в глибину суші. Вертикальна потужність денних бризів - 600 м; антибризовий потік виражений з висоти близько 1100 м [4]. Під впливом бризової циркуляції зменшуються добові коливання температури, хмарність і кількість опадів, зростає радіаційний баланс, сумарна радіація, вологість і швидкість вітру. При сильних денних бризах інтенсивність прямої сонячної радіації ослабляється водяною парою і аерозолями. Однак, при цьому зростає потужність розсіяної радіації. За рахунок збільшення зустрічного випромінювання і зменшення ефективного випромінювання радіаційний баланс зростає на 15-20%.

Температура повітря. Температурний режим формується під впливом географічної широти, адвекції повітряних мас і моря. Влітку велика тривалість сонячного сяйва обумовлює високі температури ґрунту і повітря. Найбільш теплі місяці - липень і серпень. При збільшенні відстані від берегу моря середні температури повітря о 13 годині збільшуються від 25-26°C до 27-28°C. В сталих антициклонах при трансформації континентального

помірного повітря в тропічний, або винос його на територію Одеської області, середні добові температури досягають 27-28°C (у найбільш жаркому липні (1936 р.) середня температура в Одесі була 26.4°C, а в с. Сербка - 27.1°C Абсолютні максимуми температури повітря у прибережній смузі - 36-38°C, в південних степових районах - близько 41°C, а в м. Сарата - до 41.3°C. Надзвичайно жарким було літо в 1975 р. За травень-вересень цього року в м. Одеса відзначено 67 жарких і 35 дуже жарких днів, в м. Ізмаїл - відповідно 87 і 38. У середньому ж за сезон в м. Одеса спостерігається 49 жарких (максимальна денна температура перевищувала 25°C) і 9 - дуже жарких (вище за 30°C) днів. На рис. 1.3 показана мінливість середньомісячних температур повітря в районі Тузловської групи лиманів, визначена за даними спостережень на ГМС «Усть-Дунайськ» за період 1990-2012 рр.

Середньорічні температури повітря в районі Тузловських лиманів близькі до 11 °C, а суми активних температур - 3500 °C і вище [4].

Взимку привалює нестійка похмура погода з частими відлигами і короткочасними похолоданнями. Тривалість зими збільшується від 56 днів в м. Ізмаїл до 72 у м. Білгород-Дністровський. Найбільш холодні 2 і 3 декади січня. Абсолютний мінімум температури в м. Ізмаїл складає - 26°C. За сумою середньодобових негативних температур у Причорномор'ї розрізняють суворі зими (>500°C), нормальні (>300°C але <500°C') і м'які (<300°C). У суворі зими повністю замерзають лимани, а прибережні ділянки північно-західної частини Чорного моря укриваються льодом на 65-95 днів. В аномально холодні зими (1928/29, 1955/54, 1963/64, 1971/72 рр.) море замерзало на відстані 50-100 км від берега. Винос на південь (ТС середземноморського тропічного повітря обумовив тривалі відлиги з підвищенням температури повітря до +14°C. Суворі зими спостерігаються у середньому один раз в 14-15 років, а найбільш теплі – в 12-13 років [2].

Весною і восени добре виражені періоди з переважанням стійкої антициклональної і нестійкої - циклональної погод. Тривалість весни 70-78 днів. Початок весни в Ізмаїлі спостерігається у середньому 17 лютого. В

березні зберігається прохолодна похмура погода. Закінчується весна (перехід через 15 °C) у межах усієї території Одеської області в середніх числах травня. Осінь на півдні триває понад 79-88 днів. Перша її половина відзначається стійкою сонячною погодою, а у другій - збільшується число похмурих днів, які часто супроводжуються опадами. Непогожа погода змінюється «поверненням тепла», зумовленого антициклонами, що приносять з півдня тепле повітря. Весною і восени часті заморозки [2].

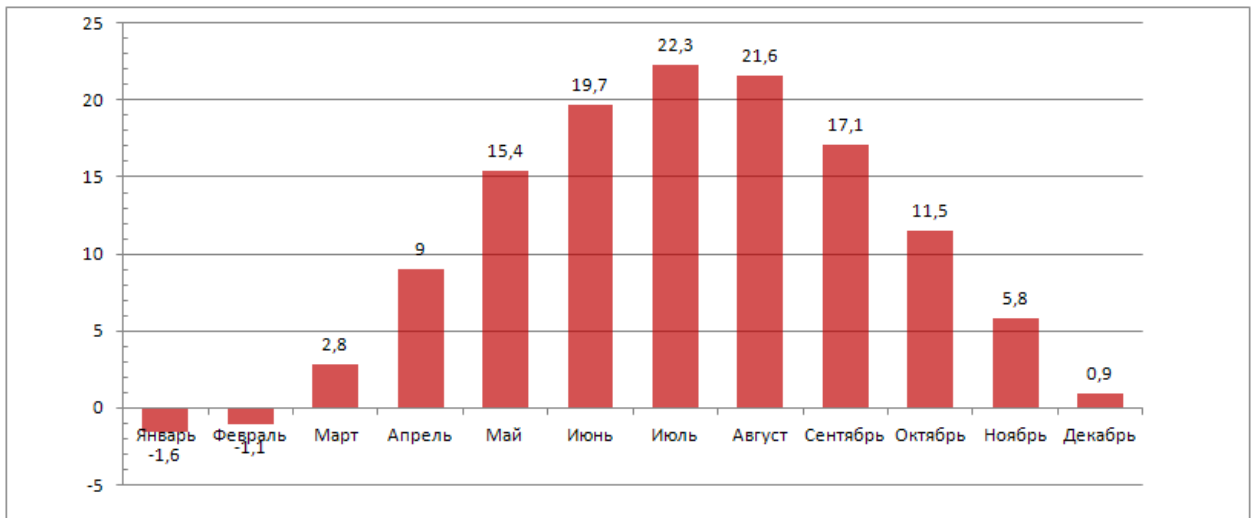


Рисунок 1.3 – Мінливість середньомісячних значень температури повітря на території Тузловської групи лиманів, визначена осередненням спостережених значень на ГМС «Усть-Дунайськ» в період 1990-2012 рр.

Річні суми опадів збільшуються по мірі віддалення від берега моря і зі збільшенням висоти місцевості. Зменшення кількості опадів на узбережжі обумовлено впливом моря, невеликими висотами Причорноморської низовини, високими температурами теплого півріччя і бризовою циркуляцією. Над північно-західною частиною Чорного моря випадає 193 мм, а острові Зміїному - 213 мм [2]. Внаслідок літнього прогріву суші збільшується конденсація і зменшується вертикальна потужність фронтальних хмарових систем. Виникненню хмарності перешкоджають бризові інверсії. Близько 95% опадів мають адвективне походження. В середньому за рік випадає 82-84% рідких, 8-11% - змішаних і 8% - твердих опадів [3].

Опади холодного періоду розповсюджуються досить рівномірно по території. Вони обумовлені переважно хмарністю теплих фронтів, які охоплюють великі території. Випадіння рясних опадів пов'язане з виходом або вторгненням холодних повітряних мас. У південних районах стійкий сніжний покрив буває дуже рідко, а в особливо теплі зими - взагалі не установлюється. Близько 60% хуртовин відбувається у січні, а ще 32% - у лютому. У березні сильні хуртовини бушували в 1940, 1947, 1968 і 1969 рр. Найбільш пізнє випадіння снігу в Одесі відмічено 21 травня 1861 року. 23-24 листопада 1975 р. при випадінні переохолодженого дощу в області утворилася ожеледиця товщиною 20-50 мм [5].

Переважання літніх опадів обумовлене підвищеним вологовмістом повітря у теплий період і проходженням холодних фронтів з потужною конвективною хмарністю. Літні опади відзначаються локальним розповсюдженням. Найбільша повторюваність злив інтенсивністю 0.51-1.0 мм/хв. Добові максимуми опадів (понад 163 мм) відмічені в Болграді [4].

Грозова діяльність спостерігається з квітня по жовтень (у середньому з грозами 20-26 днів). Число днів з градом збільшується від 0.4-0.6 на узбережжі, до 1.4-1.6 – у відрогах Південно-Молдавської і Подільської височин.

Тривалі бездошові періоди, які супроводжуються високими температурами повітря, зумовлюють високі посухи. Середня тривалість посушливих періодів складає 30-35 днів, а найбільша - 85-108 днів. Тривалі посухи виникають при стаціонарних потужних антициклонах над середньою смугою ЄТС, завдяки перешкодженню надходженню вологих повітряних мас із заходу [5].

У віковому ході опадів відзначається чередування посушливих і вологих періодів. Різко посушливі періоди спостерігались в Одесі з 1894 по 1911 і з 1920 по 1929 рр. В ці часи середні річні суми опадів були відповідно 322 і 310 мм, причому в 1921 році їх випало лише 192 мм. Періоди

підвищеної вологості відзначались з 1952 по 1955 і з 1965 по 1974 рр. Подібні закономірності можна виявити й у наступні роки, (середня річна кількість опадів в Одесі, починаючи з 1894 року, складає понад 385 мм [4].

Вітер. Більшу частину року переважають вітри північної чверті (ПнЗ, Пн і ПнС), їх повторюваність в Ізмаїлі - до 47%. Середня річна швидкість вітру на узбережжі 3.5-4.5 м/с. Сильні вітри (15 м/с і більше) переважають у холодний період року. Їх максимальні швидкості можуть щорічно досягати 20-24 м/с. Виникають сильні вітри при утворенні великих градієнтів тиску між стаціонарним над СТС антициклоном і малорухомою депресією над Чорним морем, або при виході на південний схід України середземноморських циклонів. В окремі роки спостерігається до 30-40 днів з суховіями і 10-20 днів - з пиловими бурями. У середньому в квітні буває 2, у травні - 3, в червні і липні - 4-6 днів з суховіями. У 1969 році швидкість вітру при пилових бурях в Одесі досягала 24 м/с, а під час поривів - до 35-37 м/с. Надзвичайно тривалі і інтенсивні пилові бурі спостерігалися у 1969 році [6].

Випаровування. Випаровування збільшується від 770-800 мм у моря до 820-860 мм - у границі Чорноморської кліматичної під-області. В Одесі воно складає 800 мм, коефіцієнт зволоженості при цьому дорівнює 0.48. Помітно виділяються місцевими кліматичними особливостями дельти Дунаю і Дністра. Там відзначається зменшення амплітуди добових і річних коливань температури повітря, а середні річні значення відносної вологості вище, ніж в оточуючому степу, на 5-6 %, континентальність клімату 35-37 %, випаровування 680-700 мм, а коефіцієнт зволоження 0.6 [4].

1.4 Водотоки, які живлять Тузловську групу лиманів прісною водою

За даними [8], на водозбірному басейні Тузловської групи лиманів розташовано 19 водотоків довжиною більше ніж 1 км (рис. 1.4, табл. 1.2), з них тільки шість – річки, решта – балки. Найдовшими є річки Хаджидер та

Алкалія. Дві річки (Сарияри, Магала) та одна балка (Глибока) мають довжину близько 25 км. Сім водотоків довші за 10 км. Найбільша кількість тимчасових водотоків впадає у Джантшейський лиман. Крім природних водотоків, в на водозборі Тузовських лиманів знаходяться чотири штучні ділянки водотоків – каналізовані та випрямлені частини русел річок Хаджидер, Алкалія, Сарияри, Мартаза.

Таблиця 1.2 - Характеристика природних водотоків, які впадають в лимани Тузовської групи [8]

Назва малої річки або балки [14, 31, 36]	Лиман, в який впадає річка або балка	Місце розташування	Довжина водотоку, км	Площа водосбору, кв.км
Балка без назви	Джантшейський	Біля с. Лиман	3	-
Балка без назви	Джантшейський	На півночі лиману	2	-
Балка без назви	Джантшейський	На півночі лиману	1,5	-
Балка без назви	Джантшейський	На півночі лиману	1,5	-
Балка без назви	Малий Сасик	На півночі лиману	1,0	-
Балка без назви	без назви	Біля с. Приморське	3	-
р. (б.) Магала	Магалевський	Біля с. Трихатки	28	150
р. Мартаза	Мартаза	На південь від с.Рибальське	10,3	32,2
р. Будур	Будури	Біля с. Кочковате	12	54,9
р.Сарияри	Карачаус	Біля сс. Жовтий Яр і Царичанка	25	-
Балка без назви	Карачаус	Вище м. Жовтоярський ріжок	1	-
Хаджидер	Хаджидер	На південь від. с. Дивізія	93	894
б.Глибока	Хаджидер	На захід від с. Безим'янка	24	80,3
Балка без назви	Хаджидер	Між сс. Безим'янка та Весела Балка	2,5	-
Весела балка	Алібей	Біля с. Весела балка	9	-
Балка без назви	Курудіол	Біля с. Новомихайлівка	7,5	14,9
р. Алкалія	Солоний	На схід від с. Садове	67	663
б. Базар'янка	Солоний	біля с. Ясногородка	2,5	-
Балка без назви	Солоний	Біля с. Базар'янка	5	-



Рисунок 1.4 - Місця впадіння водотоків у водойми Тузловської групи лиманів

1.5 Гідродинамічні процеси в Тузловських лиманах

Для дослідження особливостей циркуляції вод і відгінно-нагінних коливань рівня води в основних лиманах Тузловської групи в [10,11] була використана гідродинамічна модель.

Розрахунки проводилися для стаціонарних вітрів восьми основних румбів: Пн, ПнС, Сх, ПдС, Пд, ПдЗ, З, ПнЗ, зі швидкістю 5 і 8 м/с. Результати розрахунків циркуляції вод і денівеляцій рівня моря наведені на рис. 1.5-1.9. Встановлено, що найбільш сильні перекоси водної поверхні відзначаються при поздовжніх, по відношенню до осі Тузловської водойми, ПнС і Пн вітрах, а мінімальні - при поперечних ПнЗ і ПдС вітрах (рис. 1.5-1.6). Якщо при вітрах швидкістю 5 м/с максимальний перекіс рівня між південною та північною межами водойми становить 10 см, то при посиленні вітру до 8 м/с максимальний перекіс перевищує 30 см. В цілому, вітри (Пн, ПнС, Сх, Пд, З напрямків), що викликають явні перекоси рівня між південною та північною частинами водойми вздовж морської коси, мають місце влітку в 89% випадків (табл. 1.3). Сумарна повторюваність штормових вітрів цих напрямів

швидкістю $>10\text{м/с}$, при яких будуть формуватися максимальні перекося рівня, становить майже 7%.

Таблиця 1.3 - Середня багаторічна повторюваність (%) вітру різної швидкості за напрямками на береговий ГМС Усть-Дунайськ за період 1983-2012 рр. [13]

Швидкість БББ	Пн	ПнС	Сх	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Повт ор.
0 (штиль)									1.14
1-5	11,38	2.80	7.25	3.31	15.76	4.66	10.5 48	2.99	58.7
6-10	12.48	2.71	4.40	1.18	5.65	1.29	3.27	2.43	33.4
11-15	3.58	0.67	0.76	0.08	0.23	0.05	0.31	0.57	16.24
16-20	0.26	0.07	0.06	0	0	0	0.04	0.05	0.49
>20	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0.01	0.04
Сума	27.7	6.3	12.5	4.6	21.6	6.0	14.2	6.0	100

Характерною особливістю інтегральної вітрової циркуляції вод у водоймі є інтенсивний водообмін між лиманами Шагани і Алібей через загальну - нижню його частину, що примикає до морської пересипу. Навпаки, водообмін між лиманами Бурнас-Карачаус і іншою частиною водойми утруднений (рис. 1.7-1.8).

Таким чином, розрахунки циркуляції вод і денівеляцій водної поверхні при вітрах різних напрямків і швидкості, виконані за допомогою гідродинамічної моделі, показали, що для забезпечення максимального водообміну з морем і поновлення вод Тузловському лимані оптимальним є розміщення сполучних каналів в північній і південній частинах піщаної пересипу [12]. Між цими точками водойми в 89% випадків вітрових ситуацій утворюється істотний перекося водної поверхні. Крім того, умовно, водойму можна розділити на дві частини, водообмін між якими утруднений - це Бурнас-Карачаус і Шагани-Алібей. В результаті, в лимані Бурнас спостерігаються максимальні значення солоності. Отже, щоб забезпечити

водо-відновлення в обох частинах водойми, необхідно мати з'єднувальний канал в кожний з них [12].

а)

б)

в)

г)

д)

ж)

з)

е)

Рисунок 1.5 - Вітрові денівеляції рівня води в Тузловських лиманах (в см) при вітрах швидкістю 5 м/с різних напрямів: а) Пн; б) ПнС; в) С; г) ПдС; д) Пд; ж) ПдЗ; з) З; е) ПнЗ

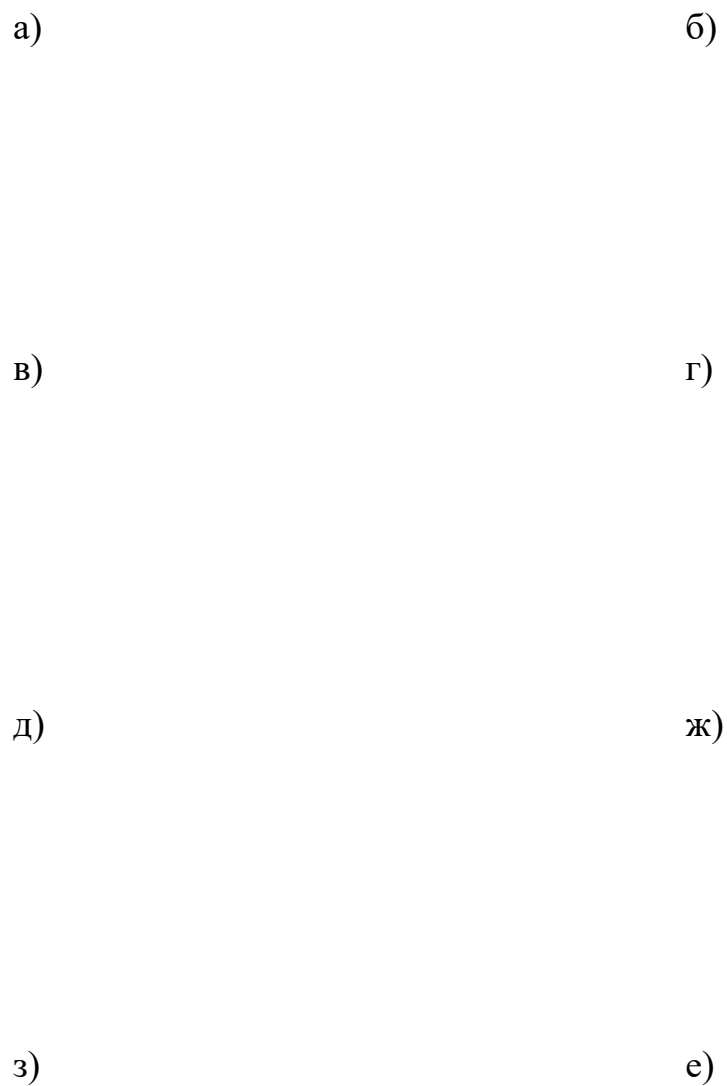


Рисунок 1.6 - Вітрові денівеляції рівня води в лиманах Тузловської групи (в см) при при вітрах швидкістю 8 м/с різних напрямів: а) Пн; б) ПнС; в) Сх; г) ПдС; д) Пд; ж) ПдЗ; з) З; е) ПнЗ

а)

б)

в)

г)

Рисунок 1.6 – Поле інтегральної за глибиною циркуляції вод при вітрах швидкістю 5 м/с різних напрямів: а) Пн; б) ПнСх; в) Сх, г) ПдСх

а)

б)

в)

г)

Рисунок 1.7 – Поле інтегральної за глибиною циркуляції вод при вітрах швидкістю 8 м/с різних напрямів: а) Пн; б) ПнСх; в) Сх, г) ПдСх

2 ПРИРОДНІ РЕСУРСИ ТУЗЛІВСЬКОЇ ГРУПИ ЛИМАНІВ ТА ПРОБЛЕМИ ЇХ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ І ЗБЕРЕЖЕННЯ

Площа території НПП «Тузлівські лимани» становить 27 865 га, з них площа акваторії лиманів складає 21186,03 га, акваторії Чорного моря – 882,79 га, площа піщаної коси – 316,836 га, та площі лісового фонду – 541 га. З південного сходу і півдня омивається водами Чорного моря, на заході – водами лиману Сасик, межує по суходолу з землями 9 сільських громад [2, 14].

Парк знаходиться у степовій зоні. Тобто зональною рослинністю є степова. Вона зустрічається в прибережно-захисних смугах лиманів, тяжіє до схилів. Крім неї є лісова рослинність, переважно штучного походження (лісонасадження, створені в середині минулого століття). Також тут зустрічається водна, прибрежно-водна (болотна), лучна, солончакова, солонцева та приморська псамофітна рослинність. Є незначні фрагменти чагарникових угруповань [14, 15].

Флора національного природного парку «Тузловські лимани» представлена 507 видами вищих судинних рослин з 289 родів та 78 родин.

Трав'янисті рослини складають більше ніж 80%, деревних видів 15,25%, напів-деревних – всього 2,5%. Серед трав переважають багаторічні рослини, це свідчить про те, що природність флори зберігається.

Всі деревні рослини мають на території НПП «Тузлівські лимани» штучне походження. Виключенням є кущ *Tamarix ramosissima* та кущик *Ephedra distachya*, які відносяться до природної флори [16].

Серед різноманітних способів розповсюдження плодів та насіння переважає анемохорний (вітром) – 45,0%. Також велике значення має зоохорія (тваринами) - 40,25%. Значна частка видів розповсюджується людиною - 17,75%.

На території національного природного парку зберігається генофонд значної кількості корисних рослин. Найбільшою є частка лікарських трав. Також багато кормових та медоносних видів [2, 16].

Група лиманів Шагани–Алібей–Бурнас є водно–болотними угіддями міжнародного значення головним чином як середовище існування водоплавних птахів. Через територію НПП «Тузлівські лимани» проходить один з найбільших транспортних міграційних коридорів птахів, по якому вони летять до Європи, Азії та Африки. На території Парку відмічене перебування 258 видів птахів, що становить близько 60% усього видового складу птахів України, з яких 54 занесені до Червоної книги України та інших природоохоронних списків. Важливе значення територія Тузлівських лиманів має для птахів під час гніздування. На території Парку відмічене гніздування понад 60 видів, що становить 22% від видового складу птахів, що гніздяться на території України. Виходячи з вищезазначеного, НПП «Тузлівські лимани» відіграє важливу роль для існування птахів і є орнітологічним об'єктом як національного так і міжнародного значення [15].

Найбільше значення для орнітофауни Парку як під час міграцій так і в період гніздування є піщано–мулисті острови та коси, мілководні ділянки, солончаки, дельти малих річок, що впадають в лимани та обривисті береги лиманів.

Основу гніздових орнітокомплексів складають птахи ряду Сивкоподібні (мартини, крячки та кулики), 8 видів з яких занесені до Червоної книги України. На гніздуванні відмічені наступні види: лежень, кулик–сорока, пісочник малий, пісочник морський, чайка, кулик–довгоніг, чоботар, коловодник звичайний, дерихвіст лучний, мартин каспійський, мартин середземноморський, мартин тонкодзьобий, крячок чорнодзьобий, крячок рябодзьобий, крячок річковий, крячок малий [15].

Найбільш масовими на гніздуванні є крячок рябодзьобий, крячок річковий та мартин жовтоногий, чисельність яких в окремі роки може сягати більше 10 тис пар.

Загалом на території НПП відмічено чотири види амфібій та сім видів рептилій. Всі види амфібій, що мешкають на території Тузовських лиманів, охороняються Бернською конвенцією.

На території НПП «Тузовські лимани» мешкає 29 видів 7 рядів теріофауни. Серед них кількість видів ссавців НПП «Тузовські лимани», що охороняються Червоною книгою України, складає дев'ять, Червоним списком Міжнародного союзу охорони природи – п'ять, Європейським Червоним списком – чотири, Бернською конвенцією – тринадцять, Боннською конвенцією – п'ять, Вашингтонською конвенцією – п'ять, Червоним списком Одеської області (2011) – вісім. Два види рукокрилих охороняються угодою збереження популяцій європейських видів рукокрилих (EUROBATS), три види китоподібних – угодою збереження китоподібних Середземного та Чорного морів і прилеглих територій Атлантики (ACCOBAMS), що є дочірніми угодами в рамках Бонської конвенції.

Встановлено, що в 2011-2014 рр. в акваторіях, що входять до складу «Тузовських лиманів», зустрічалося 72 види риб, що відносяться до 30 родин. Найбільшою різноманітністю відрізнялася іхтіофауна прибережної зони моря. Тут, в період досліджень, зустрічалося 58 видів морських і прісноводних видів риб, що відносяться до 29 родин. Найбільш широко тут були представлені сімейства *Gobiidae* (15 видів), *Syngnathidae* (6 видів), *Clupeidae* і *Mugilidae* (по 4 види). У прибережних морських та акваторіях переважали морські (38 видів) і солонувато-водні понто-каспійські релікти (12 видів). Прохідні риби були представлені п'ятьма, а прісноводні - чотирма видами. Демерсальні види риб (47 видів) переважали над пелагічними (9 видів). За характером харчування основну масу видів становили бентофаги (31 видів) і хижаки (18 видів). В озерах Дженштейское і Малий Сасик відмічено 28 видів риб, з яких 15 - прісноводні, що відносяться до сімейств *Cyprinidae*, *Percidae*, *Esocidae*. Морські і солонувато-водні види були представлені в основному атеріною (*Atherina pontica*), яка в цих водоймах численна, і бичками *Gobiidae*, фауна яких включала три види: *Neogobius*

melanostomus, *Fluviatilis* і *Zosterisessor ophiocephalus*. В офіційних уловах вони були відсутні. Основу промислу в озерах Дженшейское і Малий Сасик складають карась, короп і товстолобик білий. В окремі роки в озерах спостерігаються значні улови кефалі. Іхтіофауна Тузловських лиманів в період досліджень включала 31 вид риб, в основному морських (22 види) і солоноватоводних (5 видів). Прісноводні риби були представлені тут тільки срібним карасем, а прохідні - 3 видами: *Anguilla anguilla*, *Alosa tanaica*, *A. pontica*.

Серед риб, виявлених в морських і прісноводних акваторіях, що відносяться до Тузловських лиманів, шість видів занесені в Червону книгу України [10], сім - охороняються Бернською конвенцією про охорону дикої флори і фауни [10], чотири - знаходяться в Червоному списку міжнародного союзу охорони природи та занесені в Червону книгу Чорного моря [16, 2].

У 60-х роках, для поліпшення гідролого-гідрохімічного режиму водойм та їх більш повного зариблення, в морській косі був проритий ще один канал. Але в наступні 30 років улови кефалі не перевищували 100 т, а середня рибопродуктивність становила 0,95 кг/га. У 1990-1991 рр. вилов кефалі не перевищував кілька десятків кілограмів, а з 1992 по 1997 рр. водойми практично не зарибнювати, канали не працювали. Це призвело до деградації екосистеми Тузловських лиманів і руйнування біоценозів. З метою збереження цінних природних та історико-культурних об'єктів Північного Причорномор'я в 2010 році був створений Національний природний парк «Тузловські лимани» площею 27865 га. Створення НПП повинно було дозволити зберегти унікальність флори і фауни, які увійшли до складу його морських і лиманних акваторій, забезпечити постійне наукове спостереження, своєчасне реагування на негативні тенденції деградації, дати можливість їх попередження.

Таблиця 2.1 – Динаміка вилову природних біоресурсів в Тузловських лиманах в період з 2002 по 2014 рр. [15]

Гидро- бионты	Годы											
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2012	2013	2014
Глосса	–	–	0,23	2,68	–	0,01	0,49	0,75	0,01	0,01	0,25	0,14
Бычки	1,4	2,18	0,08	7,38	2,78	0,02	2,60	0,22	0,72	0,70	0,5	0,33
Кефаль	1,1	2,47	15,0	5,76	–	2,4	13,75	4,50	4,76	4,76	0,25	0,08
Атерина	50,5	35,24	13,7	14,41	1,72	0,08	3,83	1,19	5,13	5,13	4,9	3,60
Пиленгас	–	–	–	–	0,72	1,7	4,5	0,56	–	0,03	–	–
Креветка	0,1	–	–	–	0,01	–	–	–	–	–	–	0,4
Всего:	53,1	39,89	29,1	30,23	5,23	4,4	25,17	7,2	10,64	10,63	5,90	4,55

3 ВОДНИЙ БАЛАНС ТУЗЛОВСЬКИХ ЛИМАНІВ

Водний режим Тузловських лиманів визначається об'ємами притоку вод з його водозбірною басейну (поверхневий приплив), співвідношенням кількості атмосферних опадів, які випадають на водне дзеркало водойми, і об'ємами випаровування з нього, наявністю водообміну лиманів з морем через істотні прорви або штучні з'єднувальні канали [17, 18].

Рівняння водного балансу Тузловської групи лиманів має вигляд:

$$\frac{dW_l}{dt} = Q_o + Q_{нов} - Q_u \pm Q_{л-м}, \quad (3.1)$$

де W_l – об'єм вод Тузловських лиманів; t – час, за який відбуваються зміни (як правило 1 місяць); Q_o – об'єм надходження води з атмосферними опадами на поверхню лиманів за місяць; $Q_{нов}$ – об'єм поверхневого припливу вод до водойми з водозбірною басейну за місяць; Q_v – об'єм втрат води на випаровування за місяць; $Q_{л-м}$ – водообмін між лиманами і морем через штучні канали або істотні прорви.

В останні десятиріччя, починаючи з кінця 80-х років XX століття [19], на території України спостерігаються суттєві зміни клімату та водних ресурсів [19, 20]. У Північно-Західному Причорномор'ї прояв глобального потепління характеризується зростанням посушливості та відповідним зменшенням припливу прісних вод до лиманів від річок та тимчасових водотоків, розташованих на їх водозборі. Зростання температур повітря та зменшення його відносної вологості викликають збільшення випаровування як з водної поверхні лиману, так з поверхні водозбору. Найбільш негативні наслідки ці зміни мають для тих лиманів, які в даний час втратили природний зв'язок з морем і на водозборі яких ведеться інтенсивна

водогосподарська діяльність, до числа яких відносяться лимани Тузловської групи. Тому безсумнівний інтерес представляє визначення змін складових водного балансу Тузловської групи лиманів до (1990 р.) та після початку кліматичних змін.

Задача дослідження полягала у визначенні річного дефіциту прісного водного балансу групи лиманів, для компенсування якого і забезпечення стабільності гідрологічного режиму водойми необхідно забезпечити надходження до неї морських вод $Q_{л-м}$.

Для вирішення задачі використовувались дані спостережень за температурою та відотною вологістю повітря, кількістю атмосферних опадів за даними ГМС «Вілкове» за період 1961 – 1990 рр. і ГМС «Усть-Дунайськ», «Сарата» (опадів) в період 1991-2012 рр. При розрахунках об'ємів води, які надходять до водойми з атмосферними опадами та випаровуються з нього, площа водного дзеркала лиману приймалася, згідно [22], рівною 236,63 км².

Річний об'єм та внутрішньорічні гідрографи стоку (з місячною дискретністю) річок Хаджидер та Алкалія в період до 1990 р. задавалися на підставі відомостей наведених в [23, 24]. Норма річного природного стоку р. Хаджидер приймалася рівною 5,36 млн.м³, а р.Алкалія – 3,62 млн.м³.

Для періоду 1991-2012 рр., на підставі даних та оцінок наведених в [20, 21], було прийняте припущення, що їх стік внаслідок кліматичних змін зменшився на 40 % порівняно з періодом до 1990 р.

Об'єм атмосферних опадів $Q_{o,j}$, млн. м³, що випали на водну поверхню Тузловських лиманів за розрахунковий період (місяць (j)), визначався за формулою

$$Q_{o,j} = P_j F_{j-1}, \quad (3.2)$$

де P_j – шар атмосферних опадів за розрахунковий місяць (j), м;

F_j – площа водної поверхні водойми, млн. м².

Для розрахунку випаровування з водної поверхні лиману (помісячно), використовувалась номограма, наведена на рис. 3.1.

Об'єм втрат води на випаровування за місяць Q_v , млн. м³, з водної поверхні Тузовських лиманів за розрахунковий період (місяць j)), визначався за формулою аналогічною (3.2)

$$Q_{o,j} = E_j F_{j-1}, \quad (3.3)$$

де E_j – шар випаровування за розрахунковий місяць j), м.

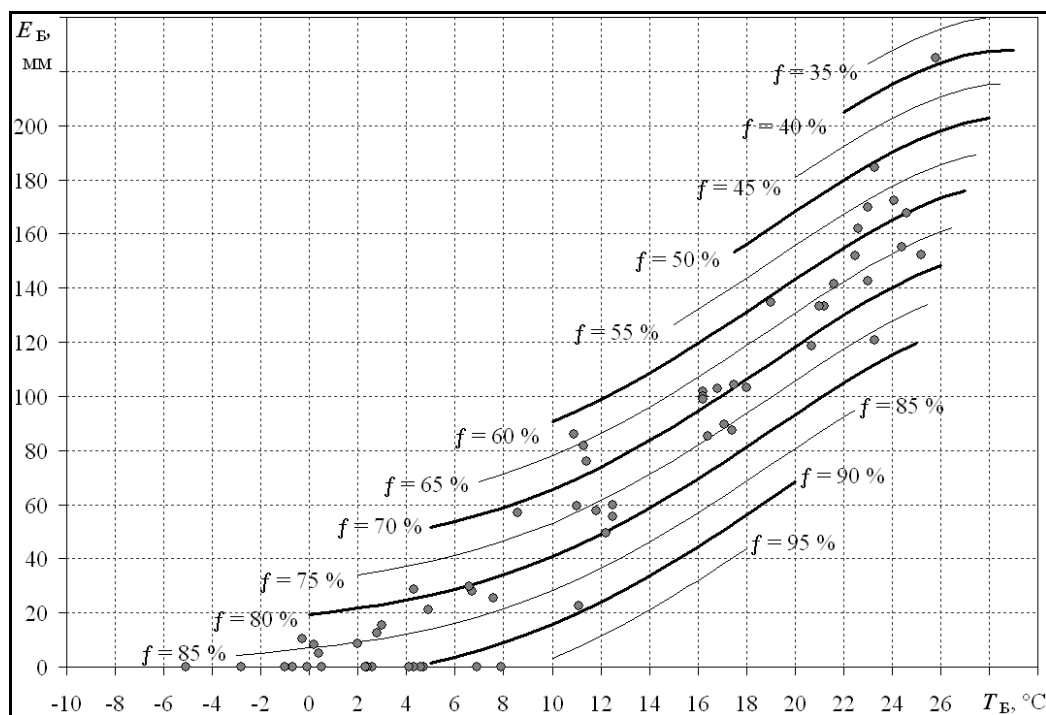


Рисунок 3.1 – Зв'язок випаровування з водної поверхні $E_в$, мм, з середньомісячними температурами повітря $T_в$, °C, та відносною вологістю повітря $E_в$, % [20]

На рис. 3.2-3.5 показана внутрішньорічна мінливість середньомісячних значень гідрометеорологічних чинників, які формують водний баланс

Тузловських лиманів: температури повітря, шару атмосферних опадів, шару випаровування, витрат річок Хаджидер та Алканія за періоди часу до початку кліматичних змін (1961-1990 рр.) та після них (1991-2012 рр.).

З рисунків видно, що описані вище прояви глобального потепління притаманні і басейну Тузловської групи лиманів. Відзначається підвищення температури повітря майже у всі місяці року, що призводить до відповідного збільшення випаровування з водної поверхні лиману і зменшення притоку вод річок Хаджидер та Алканія у водойму. Атмосферні опади зменшились у грудні-квітні, липні і листопаді-грудні, але в інші місяці, навпаки, зросли. Але річна сума атмосферних опадів зменшилась.

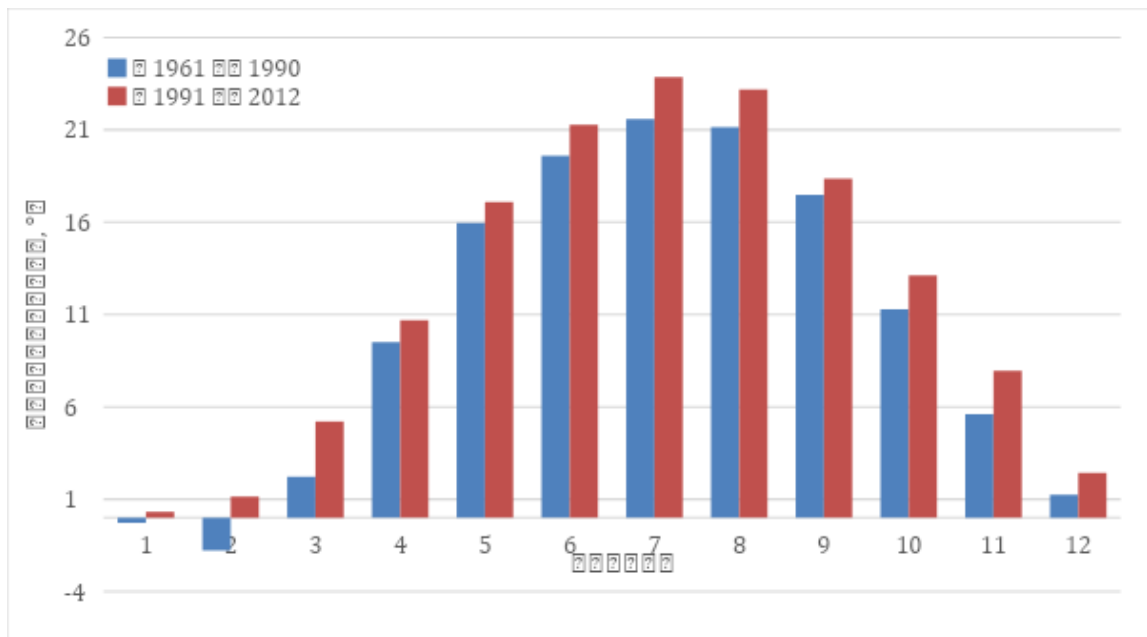


Рисунок 3.2 – Середній багаторічний річний хід середньомісячних температур повітря, °C, за даними спостережень на ГМС поблизу Тузлівської групи лиманів у періоди до і після початку кліматичних змін

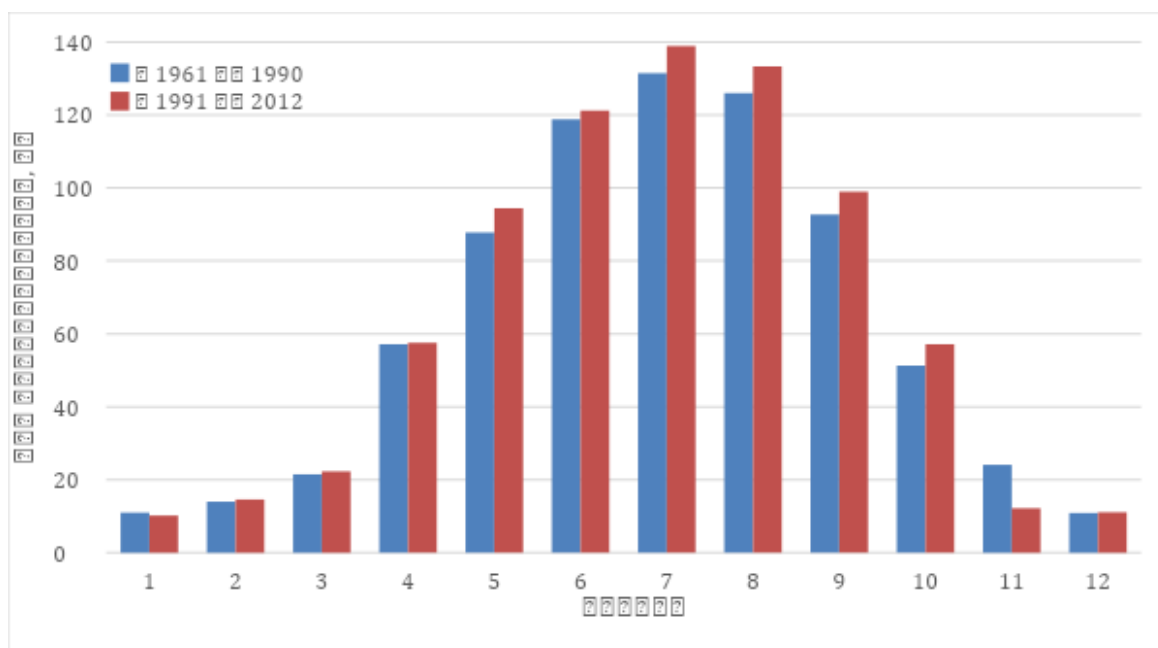


Рисунок 3.3 – Внутрішньорічна мінливість середніх багаторічних місячних шарів випаровування з поверхні Тузловських лиманів, мм, у періоди до і після початку кліматичних змін

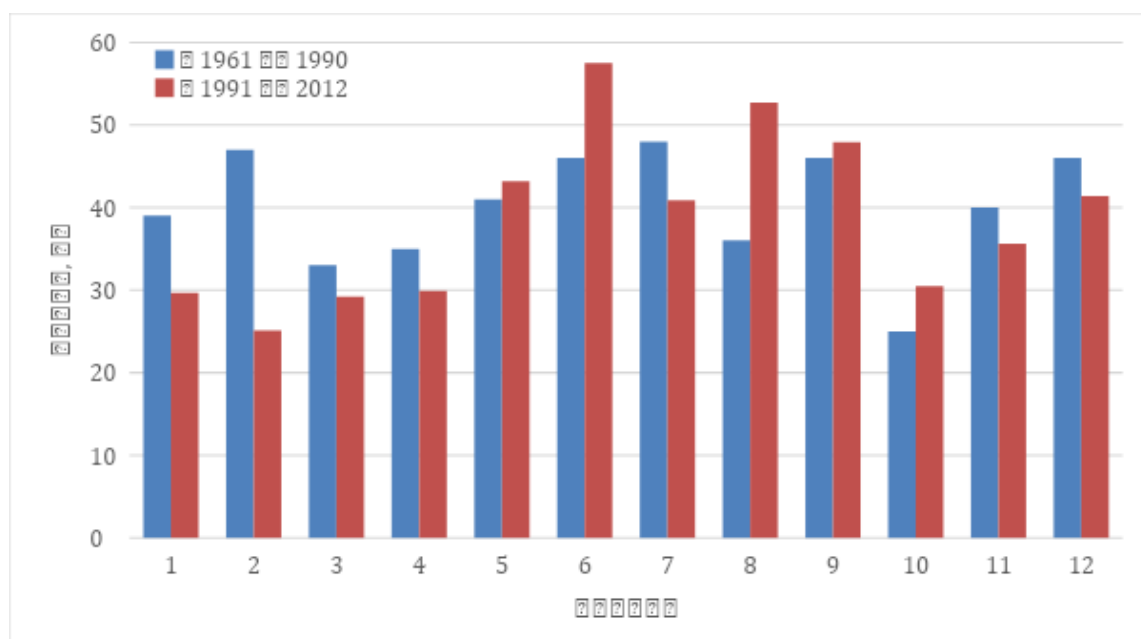


Рисунок 3.4 – Внутрішньо річна мінливість середніх багаторічних місячних шарів атмосферних опадів, мм, за даними спостережень на ГМС поблизу Тузлівської групи лиманів у періоди до і після початку кліматичних змін

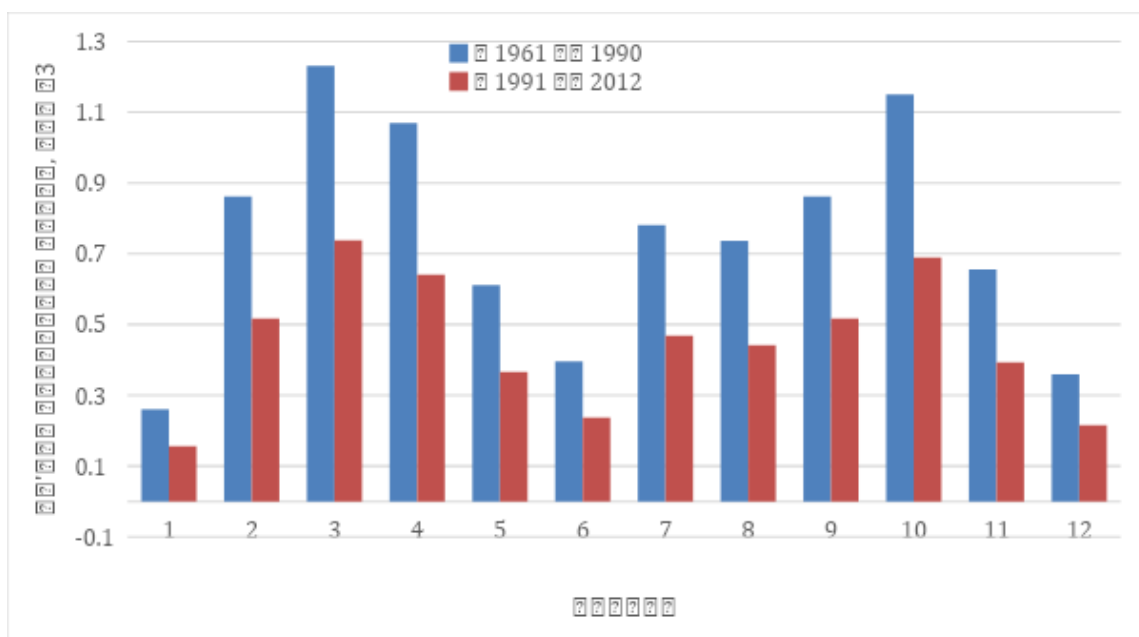


Рисунок 3.5 – Середній розподіл місячних об'ємів стоку річок Хаджиджер та Алкалія у періоди до і після початку кліматичних змін

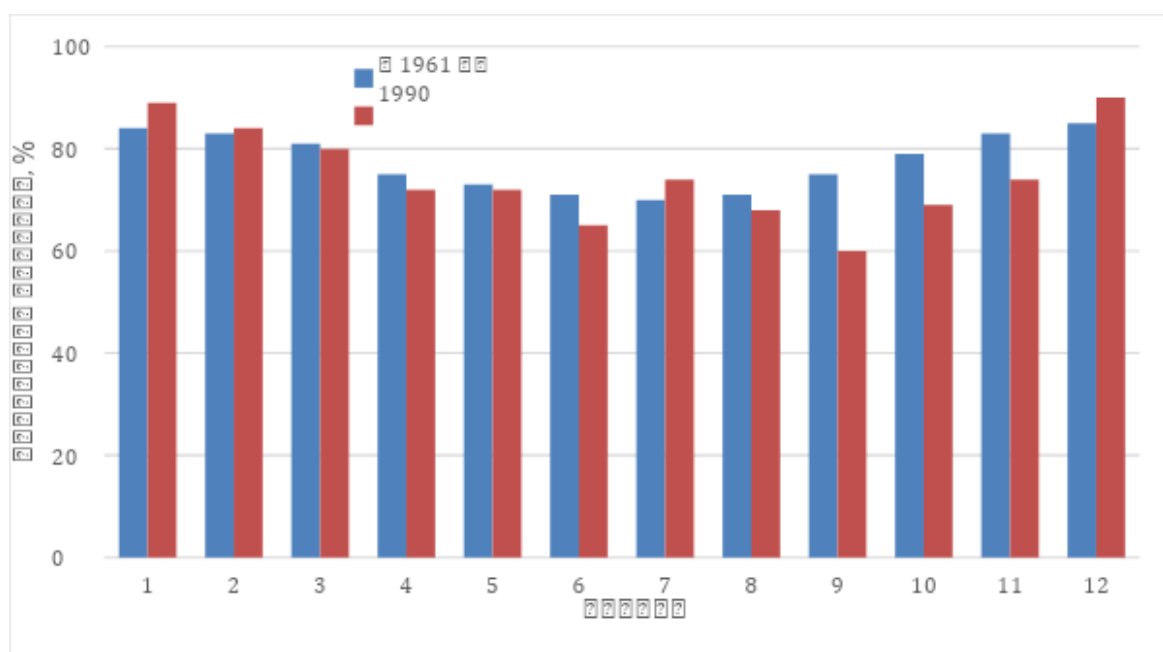


Рисунок 3.6 – Середньомісячна вологість повітря за даними спостережень на ГМС поблизу Тузловської групи лиманів в періоди до і після початку кліматичних змін

Отримані оцінки природних складових річного балансу прісних вод для Тузловських лиманів наведені в табл. 3.1. З оцінок наведених у таблиці можна зробити висновок, що навіть до початку кліматичних змін природний прісний баланс лиману був від'ємним і складав 53,62 млн.м³. Але, внаслідок зміни кліматичних умов, дефіцит водного балансу збільшився в 1.6 разів – до 89,71 млн.м³.

Таблиця 3.1 – Зміни природних складових річного балансу прісних вод Тузловських лиманів внаслідок змін клімату

Складові річного водного балансу, млн. м ³	1983-1990 рр.	1991-2012 рр.
Прибуткові:		
Об'єм стоку р. Хаджиджер та Алкалія	8,98	5,39
Об'єм атмосферних опадів	114,1	87,6
Витратні:		
Об'єм випаровування	176,7	182,7
Дефіцит водного балансу	53,62	89,71

4 МОДЕЛЮВАННЯ МІНЛИВОСТІ СОЛОНОСТІ ВОД В ТУЗЛОВСЬКИХ ЛИМАНАХ ЗА РІЗНИХ УМОВ ВОДООБМІНУ З МОРЕМ

За результатами досліджень, виконаних Одеським державним екологічним університетом у 2003-2005 рр. [23, 24], було встановлено, що головною гідроекологічною проблемою для Тузловської групи лиманів є обміління і підвищення солоності вод до критичних значень в маловодні роки в умовах відсутності або обмеженого водообміну з морем, що негативно впливає на біорізноманіття екосистеми та її рибопродуктивність.

В сучасних кліматичних умовах (посилення посушливості клімату) традиційна система регулювання водообміну Тузловської водойми з морем, за якою пересип розкривався на декілька місяців навесні та восени для вирішення рибогосподарських завдань і компенсації дефіциту прісного балансу морською водою, призводить до формування багаторічної тенденції накопичення солей в лиманах.

Для запобігання накопиченню солей (в результаті інтенсивного літнього випаровування) та, відповідно, підвищенню солоності вод, необхідно забезпечити не тільки поповнення лиманів морською водою, а й винесення солей з лиманів до моря при водообміні через канали. Тобто необхідно, щоб морська вода не тільки надходила до лиманів, але й солоні лиманні води виходили до моря.

Розрахунки та аналіз вітрової динаміки вод і денівеляцій водної поверхні при вітрах різних напрямків і швидкості (з урахуванням повторюваності вітрів), виконані за допомогою гідродинамічної моделі [27, 28], показали, що для забезпечення максимального водообміну з морем і поновлення вод Тузловської водойми найбільш ефективним і оптимальним є розміщення двох сполучних каналів - на північному (л. Бурнас) та

південному (л. Шагани) краях піщаного пересипу. Між цими точками водойми у 88% випадків вітрових ситуацій (за даними ГМС «Усть-Дунайськ» 1983-2011 рр.) утворюється істотний перекис водної поверхні, який сприяє водооновленню лиманів морськими водами. Крім того, умовно акваторію водойми, прилеглу до пересипу, можна поділити на дві частини, водообмін між якими утруднений - це лиман Бурнас і лиманний комплекс Шагани-Алібей. В результаті, в лимані Бурнас зазвичай спостерігаються максимальні значення солоності. Отже, щоб забезпечити водооновлення в обох частинах водойми, необхідно мати сполучні з морем канали в кожній з них.

Для визначення гідрологічних характеристик в Тузовських лиманах, які складуться за різних умов їх водообміну з відкритим морем через канали з різними морфометричними характеристиками, використовувалась гідродинамічна модель [28], яка дозволяє відтворити мінливість рівня, солоної води, течій в лимані за різних умов водообміну з морем через протоки та штучні канали.

При розрахунках акваторія Тузовському лиманів покривалася розрахунковою сіткою $65 \cdot 22$ вузла з кроком 500 м (рис. 4.1). З огляду на малі глибини, використовувалися 4 розрахункових рівня по вертикалі в σ -системі координат.

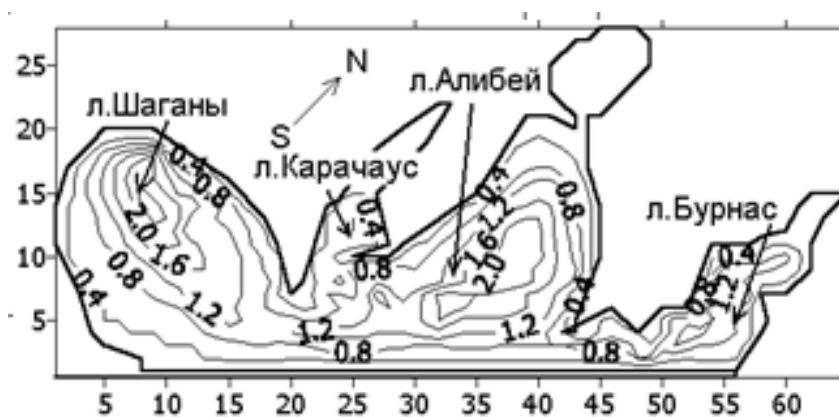


Рисунок 4.1 – Розрахункова область та батиметрія Тузовської групи лиманів. На осях координат вказані вузли розрахункової сітки гідродинамічної моделі

Моделювання водо- і сольового обміну Тузловських лиманів з морем виконувалося в період з 1 травня по 30 вересня, при вітрових умовах за 2002р. за даними ГМС «Усть-Дунайськ». Швидкість і напрямок вітру задавалися з дискретністю 3 години і засвоювалися моделлю в ході рахунки. У крайніх точках морської межі з такою ж дискретністю задавалися збурення рівня моря, розраховані при аналогічних вітрових умовах по моделі, адаптованій до акваторії прилеглої частини Чорного моря. Солоність вод на морських границях задавалася однорідною і, відповідно, до даних атласу [29], збільшувалася з 12‰ в травні до 15‰ у вересні. Початкова (в травні) солоність вод в Тузловській водоймі, згідно [30], покладалася рівною 21‰, а її розподіл у просторі водойми - однорідним.

Спочатку (варіант 1) моделювання виконувалося для умов 2014 р. коли на південному краю Тузловському коси - пересипу (л. Шагани) постійно функціонував проран, що з'єднував лиман з морем, шириною 150 м і глибиною до 2 м, який утворився в результаті розмиву течіями спочатку значно вужчого штучного з'єднувального каналу з неукріпленими стінками і дном. Канал в л. Бурнас був відсутній.

Інтегральна величина випаровування з поверхні водойми за період травень-вересень приймалася рівною 0,6 м, що відповідає середньому багаторічному значенню в зазначений період року за даними спостережень на гідрометстанції «Болград», віднесеному до солоності вод 20 ‰.

Результати модельних розрахунків мінливості солоності вод в лиманах приведені на рис. 4.2 – 4.3. Видно, що отримані в 1 варіанті (умови водообміну в період 2009-2015 рр.) значення солоності вод в лиманах Тузловської групи, які відповідають середині серпня, добре узгоджуються з даними спостережень (рис. 4.4). В л. Шагани солоність вод становила 17 ‰, в л. Алібей - 21,5 ‰, в л. Бурнас - 27,5 ‰. Це свідчить про адекватність відтворення моделлю процесів водообміну водойми з морем і формування солоності її вод. До кінця вересня солоність вод досягала: в л. Шагани - 18,5‰, л. Алібей - 22‰, л. Бурнас - 29‰.

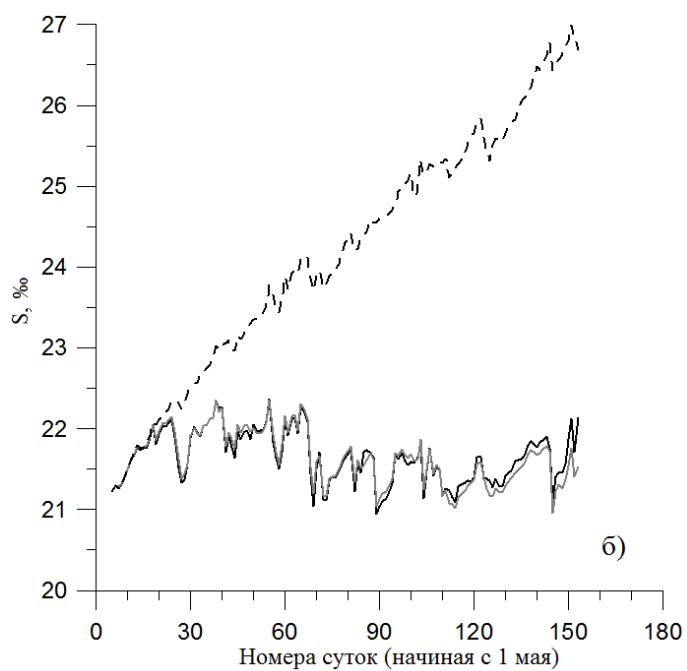
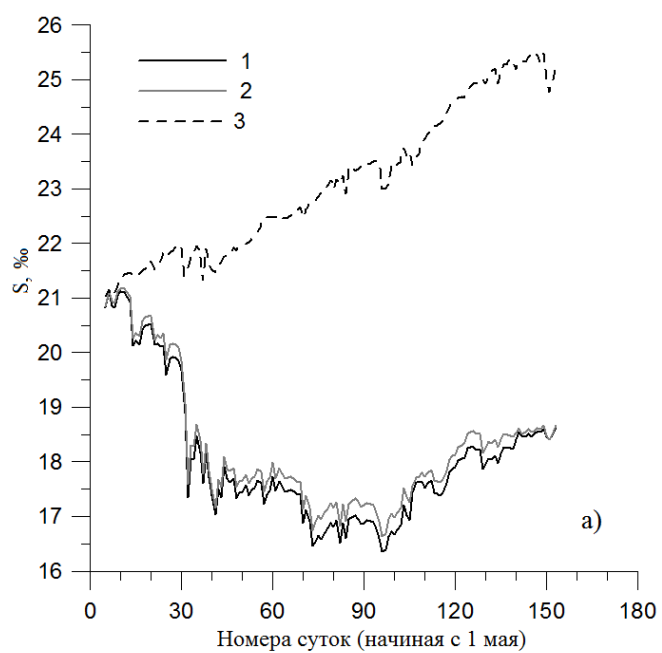
У другому варіанті моделювання, на відміну від першого, додатково враховувалось функціонування сполучного каналу шириною ≈ 10 м і глибиною 1,5-2,0 м на північному краю пересипу (л. Бурнас), який був побудований і почав функціонувати в 2016 р. При реалізації цього варіанту, солоність вод в лиманах Шагани і Алібей близька до отриманої в варіанті 1, а в лимані Бурнас - знижується до 20-21,5‰. Таким чином, досягається відносна однорідність за солоністю умов на всій акваторії Тузловської групи лиманів, що позитивно позначається на біорізноманітті екосистеми та використанні її кормових ресурсів різними видами риб.

На рис. 4.5 приведена мінливість рівня води в північній (л. Шагани) і південній (л. Бурнас) частинах Тузловської водойми. Видно, що якщо в л. Шагани амплітуда коливань рівня не перевищує 5 см (за рахунок значної ширини прорана), то в л. Бурнас спостерігається падіння рівня води на 15 см і підвищення на 10 см. Такі перепади рівня води між північною і південною частинами водойми сприяють його її водоновленню морськими водами.

При штормових вітрах швидкості течій в прорані можуть досягати 0,4 - 1,0 м/с, що сприяє його розмивання. Однак, функціонування північного з'єднувального каналу не призводить до збільшення швидкості потоку в південному каналі і не посилюють його розмивання (рис. 4.6).

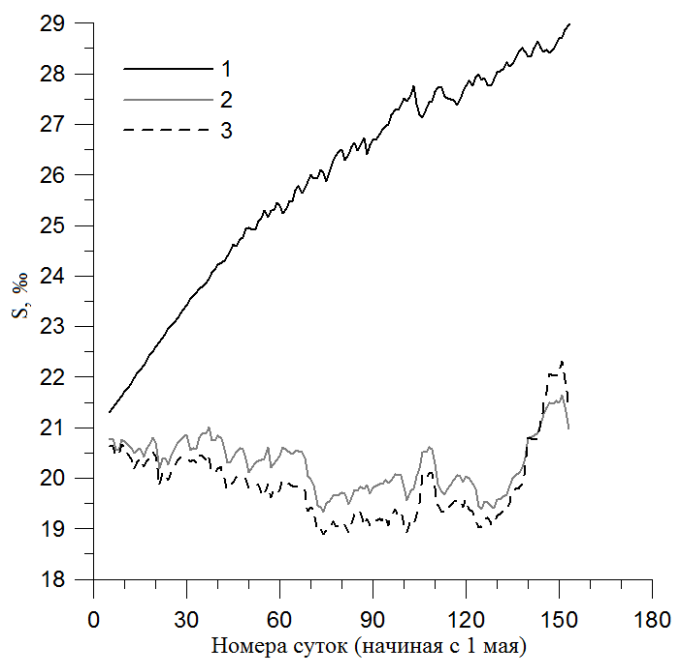
У третьому варіанті моделювання була передбачена можливість зменшення ширини каналу в частині пересипу, прилеглої до л. Шагани, з 150 до 20 м, при функціонуванні каналу в л. Бурнас шириною 10 м і глибиною 1,5-2,0 м. Видно, що в цьому випадку відбувається значне збільшення солоності вод в лиманах Шагани і Алібей. До кінця вересня вона підвищиться до 25,5 ‰ в л. Шагани і до 27 ‰ в л. Алібей. В лимані Бурнас солоність, навпаки, хоча і незначно (в межах 1 ‰), але знизиться.

На рис. 4.7 наведені отримані при моделюванні просторові розподіли солоності вод в середині вересня в Тузловській групі лиманів для кожного з розглянутих вище варіантів водообміну.



Позначення: 1 - канал в л. Шагани шириною 150 м, в л. Бурнас канал відсутній;
 2 - канал в л. Шагани шириною 150 м, канал в л. Бурнас шириною 10 м;
 3 - канал в л. Шагани шириною 20 м, канал в л. Бурнас шириною 10 м.

Рисунок 4.2 - Мінливість солоності вод в лиманах Шагани (а), Алібей (б)



Позначення: 1 - канал в л. Шагани шириною 150 м, в л. Бурнас канал відсутній;

2 - канал в л. Шагани шириною 150 м, канал в л. Бурнас шириною 10 м;

3 - канал в л. Шагани шириною 20 м, канал в л. Бурнас шириною 10 м.

Рисунок 4.3 - Мінливість солоності вод в лимані Бурнас

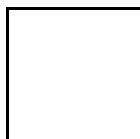


Рисунок 4.4 – Розподіл мінералізації води в Тузловських лиманах 15-17 серпня 2014 р.

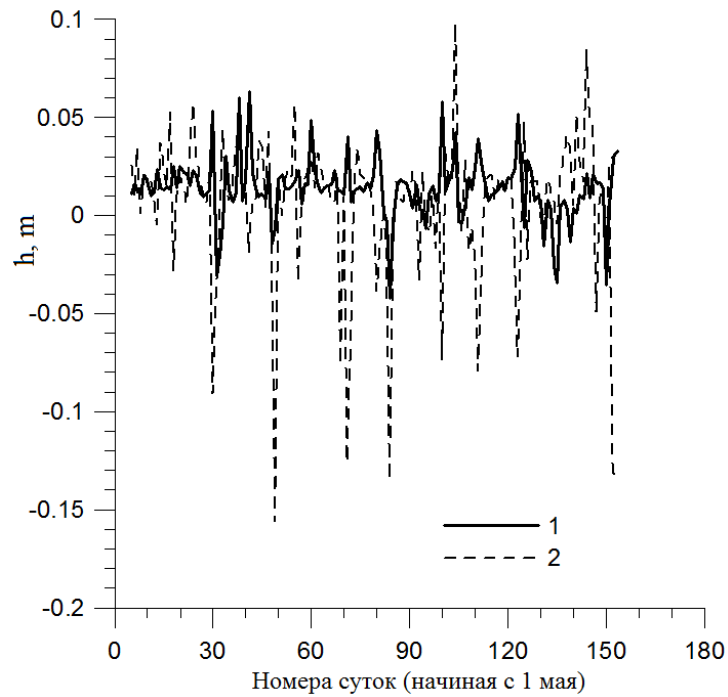
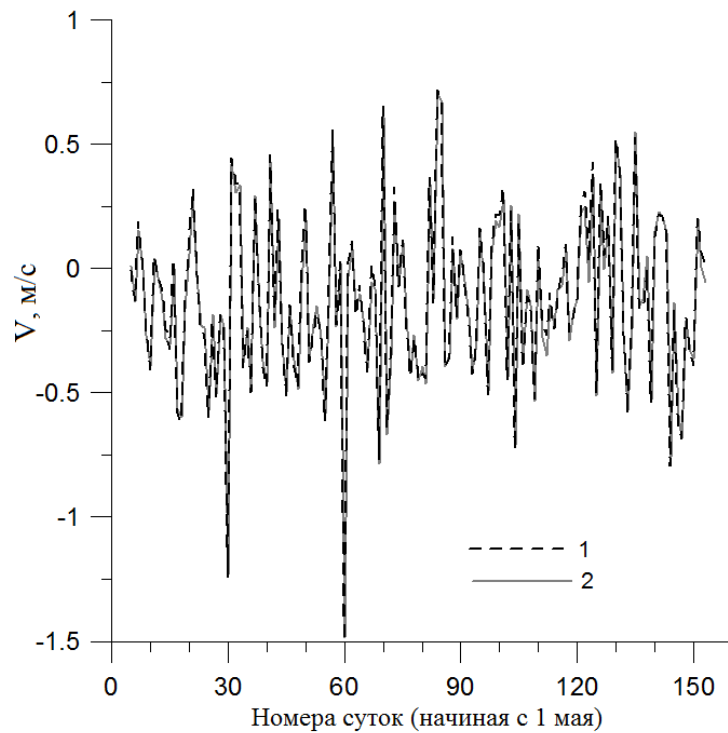


Рисунок 4.5 - Мінливість ініційованих вітром денівеляцій рівня води в лиманах Шагани (1) і Бурнас (2) за період з 1 травня по 30 вересня за наявності 2-х каналів: в л. Шагани - шириною 150 м, в л. Бурнас - шириною 10 м



Позначення: 1 - канал в л. Шагани шириною 150 м, в л. Бурнас канал відсутній;
2 - канал в л. Шагани шириною 150 м, канал в л. Бурнас шириною 10 м.

Рисунок 4.6 - Мінливість швидкості течій, в м/с, в прорані, що з'єднує лиман Шагани з морем, в період з 1 травня по 30 вересня, при відсутності (1) і наявності (2) північного з'єднувального каналу. Знак «+» відповідає надходженню морських вод в лиман, «-» - витік вод з лиману

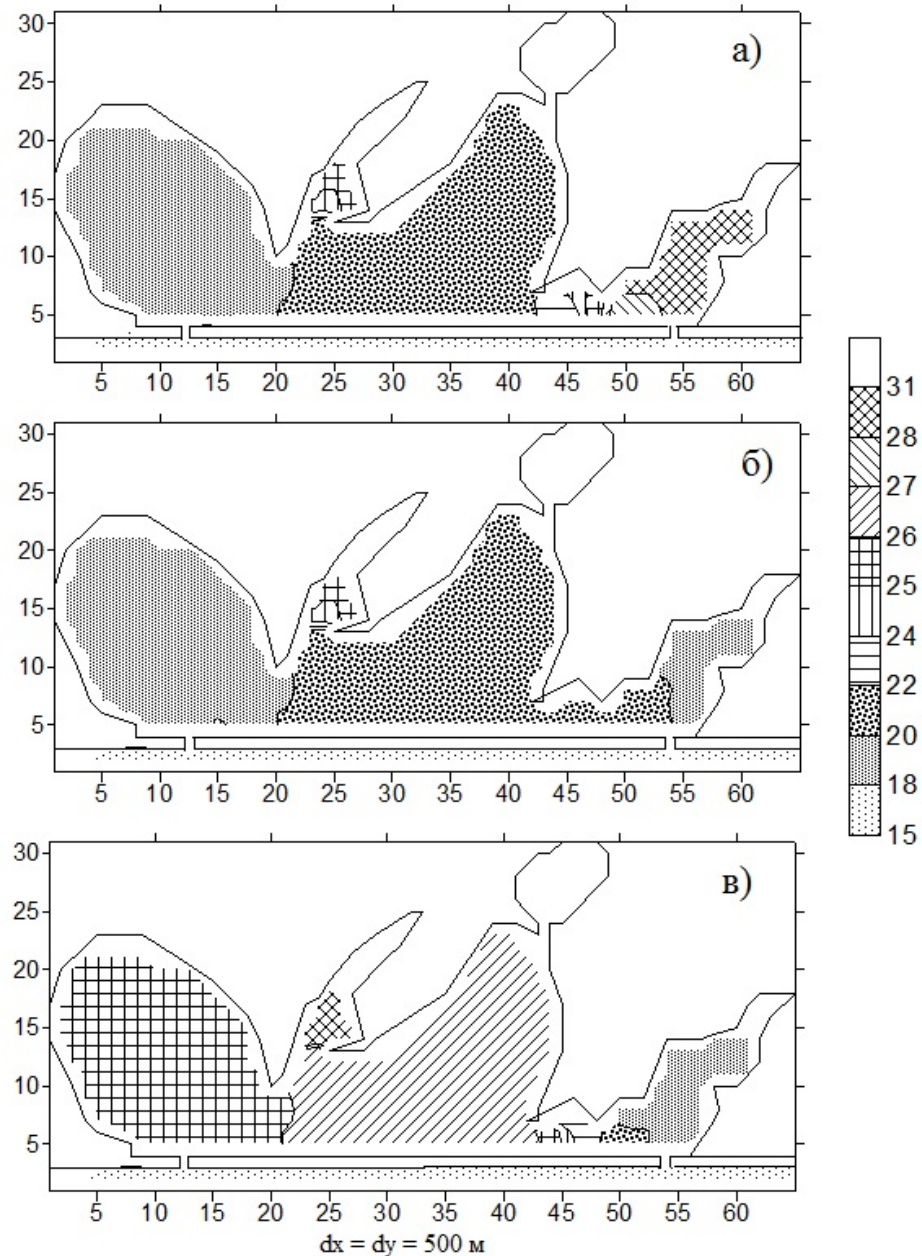


Рисунок 4.7 - Солоність вод Тузловських лиманів в середині вересня, при функціонуванні в літній період: а) каналу в л. Шагани шириною 150 м, в л.Бурнас канал відсутній; б) 2 каналів: в л. Шагани шириною 150 м і в л.Бурнас шириною 10 м; в) 2 каналів: в л. Шагани шириною 20 м і в л. Бурнас шириною 10 м

ВИСНОВКИ

1. Для групи Тузловських ліманів основним напрямком господарської діяльності є збереження природної рівноваги водних біологічних ресурсів, охорона природного середовища в межах Національного природного парку «Тузловські лімани». Важливе місце серед умов, які сприяють збереженню біологічного різноманіття та продуктивності лиманів, займає режим солоності вод в них.
2. Через значний дефіцит річного прісного балансу водойми, у разі відсутності або недостатньо ефективного водообміну з морем, в лиманах відбувається значне обміління і підвищення солоності вод до критичних значень, які створюють загрозу зменшення їх біологічного різноманіття та рибопродуктивності.
3. Встановлено, що внаслідок зміни кліматичних умов дефіцит річного прісного балансу Тузловських лиманів збільшився в 1,6 разів порівняно з періодом до початку їх прояву (до 1990 р.) – з 53,62 до 89,71 млн.м³ на рік. Тому проблема забезпечення ефективного водообміну водойми з морем для компенсації цього дефіциту стає у сучасних умовах вкрай актуальною.
4. Для запобігання накопиченню солей (в результаті інтенсивного літнього випаровування) та, відповідно, підвищенню солоності вод, необхідно забезпечити не тільки поповнення лиманів морською водою, а й винесення солей з лиманів до моря при водообміні через канали. Тобто необхідно, щоб морська вода не тільки надходила до лиманів, але й солоні лиманні води виходили до моря.
5. Через особливості вітрової динаміки вод, для забезпечення максимального водообміну з морем і поновлення вод в Тузловських лиманах оптимальним є розміщення сполучних каналів в північній і південній частинах піщаного пересипу.

6. Моделювання водообміну з морем і мінливості солоності вод в Тузловських лиманах в період з травня по вересень показало, що модель правильно відтворила встановлені з даних спостережень особливості формування поля солоності вод у водоймі в разі функціонування в період 2009-2014 рр. природної прірви в південній частині пересипу (л.Шагани). Якщо в л.Шагани солоність вод в серпні 2014 р не перевищувала 18 ‰, в л.Алібей – 22 ‰, то в л.Бурнас вона досягала значень 27 ‰ (до кінця вересня – 29 ‰).
7. Функціонування каналу в північній частині пересипу (л.Бурнас), дозволяє при інших незмінних умовах стабілізувати солоність вод в л.Бурнас в межах 20-21,5 ‰ і, таким чином, виключити великі перепади солоності на акваторії всього Тузловському водойми. Функціонування каналу не призводить до збільшення швидкостей течій в південному каналі (л.Шагани) і, отже, не посилює його розмивання.
8. У разі функціонування в південній частині пересипу (л.Шагани) штучного з'єднувального каналу, замість природної прірви, яка була примусово закрита в 2015 р, солоність вод в л.Шагани у вересні становитиме 25-26 ‰, в л. Алібей – 26-27 ‰, а в л.Бурнас – 18-22 ‰.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шуйский Ю.Д. Выхованец Г.В., Гыжко Л.В., Стоян А.А., Вержбицкий П.С. Физико-географические черты природы лиманов Шаганы и Алибей на побережье Черного моря // Причорноморський Екологічний
2. Природа Одесской области / под ред . – Швевса Г. И. – изд «Вища школа». – 1979 – 141 с.
3. Полищук В.С., Замбриборщ Ф.С., Тимченко В. М.// Лимані Северного Причорноморья. – Киев: Наукова думка, 1990. – 204 с.
4. Маринич О. М., Ланько А.И., Щербань П.Г. // Фізична географія Української РСР.- Київ: Вища школа, 1982. – 206 с.
5. Лимано – устьевые комплексы Причорноморья / под ред. Г. И. Швевса – Л.: Наука / 1988 г – 303 с.
6. Выхованец Г. В. // Факторы формирование ветро-песчаного потока // Исследование береговой зоны морей/ гл. ред. Ю. Д. Шуйский. – Киев: Карбон ЛТД, 2001. – 67 с.
7. Розенгурт М.Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов одесских лиманов.- К.: Наукова думка, 1974.- 217 с.
8. Попова О. М. Морфометрія та топонімія гідрологічних об'єктів національного природного парку «тузловські лимани» // Вісник ОНУ. 2016 – 84 с.
9. Выхованец Г.В., Гыжко Л.В., Вержбицкий П.С., Стоян А.А., Гыжко А.А., Муркалов А.Б. Физикогеографическая характеристика лимана Бурнас на северо-западном побережье Черного моря // Вісник Одеськ. нац. університету. Геогр. і Геол. науки. – 2008. – Т. 13. – Вип. 6. – С. 44 – 56.
10. Гопченко Е. Д., Тучковенко Ю. С. Сценарное моделирование водно-солевого режима Тузовских лиманов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.- Севастополь: НАН Украины, МГИ.- 2003.-Вып.10.- С. 243 - 255.
11. Иванов В.А., Тучковенко Ю.С. Прикладное математическое моделирование качества вод шельфовых морских экосистем: монография - Севастополь: МГИ НАН Украины. - 2006.- 368 с.
12. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причорноморья: Коллективная монография / под ред. Ю.С. Тучковенко, Е.Д. Гопченко.

- Одесский государственный экологический университет. – Одесса:ТЕС, 2012. – 224 С.
13. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2: Черное море / Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н., Горячкин Ю.Н., Дьяков Н.Н., Кубряков А.А., Станичный С.В.; МЧС и НАН Украины, Морское отд. УкрНИГМИ.- Севастополь, 2012.- 421 с. (ТАБЛИЦА 1,5)
 14. 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.
 15. П. В. Шекку//уИхтиофауна водоемов национального природного парка «тузловские лиманы» и ее рыбохозяйственное использование : 2015 -19 с.
 16. Старушенко Л. И. Причерноморские лиманы Одесщины и их рыбохозяйственное использование / Л. И. Старушенко, С. Г. Бушуев. — Одесса : Астропринт, 2001. — 151 с.
 17. Гопченко Е. Д., Тучковенко Ю. С. Сценарное моделирование водно-солевого режима Тузовских лиманов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.- Севастополь: НАН Украины, МГИ.- 2003.-Вып.10.- С. 243 - 255.
 18. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: монография / под ред. Ю.С. Тучковенко, Е.Д. Гопченко. Одесский государственный экологический университет. – Одесса:ТЕС, 2012. – 224 С.
 19. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). –К.: Ніка-центр, 2010. -316 с.
 20. 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.
 21. Лобода Н. С., Божок Ю. В. Водні ресурси України ХХІ сторіччя за сценаріями змін клімату (RCP8.5 та RCP4.5) // Український гідрометеорологічний журнал. 2016. № 17. С. 117-122
 22. Попова О.М. Морфометрія та топонімія гідрологічних об'єктів Національного природного парку «Тузовські лимани». Вісник ОНУ . Сер.: Географічні та геологічні науки. 2016. Т. 21, вип. 2. С.64-84
 23. Розробка заходів щодо відновлення і підтримання сприятливих гідрологічного і гідрохімічного режимів в районі Тузовської групи

- лиманів: Звіт з науково-дослідної роботи, ДР № 0203U008729. Од. держав. еколог. ун-т – Одеса, 2003. – 158 с.
24. Обґрунтування заходів щодо відновлення і підтримання сприятливого гідрологічного режиму річок в басейні Тузловських лиманів: Звіт з науково-дослідної роботи, ДР № 0206U009164. Од. держав. еколог. ун-т – Одеса, 2006. – 104 с.
 25. Розробка заходів щодо відновлення і підтримання сприятливих гідрологічного і гідрохімічного режимів в районі Тузловської групи лиманів: Звіт з науково-дослідної роботи, ДР № 0203U008729. Од. держав. еколог. ун-т – Одеса, 2003. – 158 с.
 26. Моделювання гідрологічного і гідрохімічного режимів Тузловської групи лиманів, спрямованих на покращення їх екологічного стану: Звіт з науково-дослідної роботи, ДР № 0205U002658. Од. держав. еколог. ун-т – Одеса, 2004. – 88 с.
 27. Тучковенко Ю.С. Математическая модель формирования термохалинной структуры и циркуляции вод в лиманах, приустьевых и шельфовых областях северо-западной части Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: НАН Украины, МГИ. – 2003. – С. 138-153.
 28. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: Коллективная монография / под ред. Ю.С. Тучковенко, Е.Д. Гопченко. Одесский государственный экологический университет. – Одесса: ТЕС, 2012. – 224 С.
 29. Виноградов К.А., Розенгурт М.Ш., Толмазин Д.М. Атлас гидрологических характеристик северо-западной части Черного моря. – К: Наукова Думка, 1966.
 30. Розенгурт М.Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов одесских лиманов. – К.: Наукова думка, 1974. – 217 с.