

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ННІ холоду, кріотехнології та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського

Кафедра екології, води та природоохоронних технологій.

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма Екологія



**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

**на тему Гідроекологічна оцінка стану озера Сасик з розробкою  
природоохоронних заходів**

Здобувачки Бахової Н. С.

4 курсу ЗЕ-749 групи

Керівник доцент Гаркович О.Л.

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від \_\_\_\_\_ 2026 р., протокол № \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри ЕВтаПТ \_\_\_\_\_ **Олексій ГАРКОВИЧ**

Одеса - 2026 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІ холоду, кріотехнології та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського

Кафедра екології, води та природоохоронних технологій.

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма Екологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**завідувач кафедри**

**к-т біол. наук, доц.**

\_\_\_\_\_ **О.Л. Гаркович**

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2026 року

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Баховій Ніці Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Гідроекологічна оцінка стану озера Сасик з розробкою природоохоронних заходів»

Затверджена наказом ОНТУ від “15” 10 2025 року, наказ № 553-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 29.05.26.

3. Вихідні дані до роботи матеріали переддипломної практики: природні умови, гідрологічні особливості та сучасний гідроекологічний стан озера Сасик, основні природні та антропогенні фактори впливу на водойму

4. Перелік питань, які потрібно розробити оцінити вплив природних і антропогенних факторів на екосистему озера, запропонувати комплексні заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища і його стану, охорони праці, економічне обґрунтування природоохоронних заходів

5. Перелік графічного матеріалу (з зазначенням обов'язкових креслень) таблиці та схеми, що відображають хід виконання випускної кваліфікаційної роботи

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 Гідроекологічна оцінка стану озера Сасик	Гаркович О.Л., к.б.н., доц.	20.10	27.02
2 Заходи захисту навколишнього середовища	Гаркович О.Л., к.б.н., доц.	27.02	30.03
3 Охорона праці та ЦЗ	Гаркович О.Л., к.б.н., доц.	30.03	20.04
4 Економічна оцінка	Лобоцька Л.Л., к.е.н., доц.	20.04	20.05

7. Дата видачі завдання 20.10.2025 р.

Керівник \_\_\_\_\_ Олексій ГАРКОВИЧ

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Ніка БАХОВА

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів випускного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Гідроекологічна оцінка стану озера Сасик	27.02.26	
2	Заходи захисту навколишнього середовища	30.03.26	
3	Охорона праці та ЦЗ	20.04.26	
4	Економічна оцінка	20.05.26	
5	Оформлення результатів виконаної роботи	29.05.26	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Ніка БАХОВА

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Олексій ГАРКОВИЧ

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач вищої освіти Ніка БАХОВА \_\_\_\_\_

## АНОТАЦІЯ

Випускна кваліфікаційна робота бакалавра: сторінок – 73, рис. – 14, табл. – 10, література – 60.

**Тема:** Гідроекологічна оцінка стану озера Сасик з розробкою природоохоронних заходів.

**Мета:** проведення гідроекологічної оцінки стану озера Сасик та розроблення природоохоронних заходів щодо покращення його екологічного стану.

**Завдання:** проаналізувати природні умови та гідрологічні особливості озера Сасик; оцінити вплив природних і антропогенних факторів на екосистему озера; визначити основні екологічні проблеми озера Сасик; розробити комплекс природоохоронних заходів щодо покращення гідроекологічного стану водойми; здійснити економічну оцінку запропонованих природоохоронних заходів; розглянути питання охорони праці та цивільного захисту в галузі.

ВКР складається з наступних розділів:

У першому розділі розглянуто природні умови, гідрологічні особливості та сучасний гідроекологічний стан озера Сасик, а також проаналізовано основні природні та антропогенні фактори впливу на водойму.

У другому розділі наведено розроблені природоохоронні заходи, спрямовані на покращення гідроекологічного стану озера Сасик, зменшення антропогенного навантаження та стабілізацію водного режиму.

У третьому розділі схарактеризовано заходи щодо охорони праці під час виконання робіт у галузі екологічного моніторингу та природоохоронної діяльності.

У четвертому розділі розглянуто питання цивільного захисту, описано основні небезпечні фактори та можливі надзвичайні ситуації природного, техногенного і воєнного характеру.

У п'ятому розділі наведено економічну оцінку природоохоронного заходу зі створення прибережних буферних зон, визначено обсяги інвестицій, очікуваний економічний ефект і термін окупності проєкту.

**Практична цінність** результатів роботи полягає у проведенні комплексної оцінки сучасного екологічного стану озера Сасик та розробленні ефективних природоохоронних заходів щодо покращення якості води, зменшення антропогенного навантаження, стабілізації гідрологічного режиму та збереження біорізноманіття водойми.

**Ключові слова:** озеро Сасик, гідроекологічний стан, антропогенний вплив, природоохоронні заходи, економічна оцінка.

## ЗМІСТ

	сторінки
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ГІДРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ОЗЕРА САСИК.....	8
1.1. Географічне положення та гідрографічні особливості.....	8
1.2. Кліматичні та гідрологічні умови.....	15
1.3. Біорізноманіття та екосистемні особливості озера Сасик.....	23
1.4. Антропогенний вплив на озеро Сасик.....	29
РОЗДІЛ 2. ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМАТИВНОГО СТАНУ ТА УСУНЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ.....	36
2.1. Заходи щодо зменшення впливу посушливості та високої випаровуваності.....	36
2.2. Природоохоронні заходи щодо зменшення впливу сільськогосподарської діяльності та покращення гідрохімічного складу води.....	43
РОЗДІЛ ІІІ. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	51
3.1. Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих факторів.....	51
3.2. Вимоги до охорони праці при організації робочого місця працівника.....	51
3.3. Забезпечення нормативних значень показників мікроклімату і чистоти повітря...	52
3.4. Освітлення робочого місця, заходи і засоби для забезпечення нормованих показників освітлення.....	53
3.5. Заходи і засоби для забезпечення нормованих значень шуму та вібрації.....	54
3.6. Забезпечення необхідного санітарного стану виробництва.....	54
3.7. Заходи і засоби для захисту працюючих від ураження електричним струмом.....	55
3.8. Забезпечення пожежовибухобезпеки.....	55
РОЗДІЛ 4. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	57
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ.....	59
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	70

Посада.	П.І.Б.	Підпис	Дата	<i>ВКР. 101. П.І.П. КЕВтаІТ. 3Е-749</i>			
Студент	Бахова Н.С.						
Керівник.	Гаркович О.Л.			<i>Розрахунково- пояснювальна записка</i>	Стадія	Аркуш	Аркушів
					УП2	5	73
Зав. каф.	Гаркович О.Л.				<i>ОНТУ</i>		

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Озеро Сасик є однією з найбільших лагунно-лиманних водойм Північно-Західного Причорномор'я та важливим природним об'єктом Одеської області. Водойма розташована в межах Білгород-Дністровського району та належить до системи приморських лиманів, які мають значне екологічне, гідрологічне та природоохоронне значення. Озеро виконує важливі функції у підтриманні регіонального водного балансу, збереженні біорізноманіття, формуванні умов існування водно-болотних екосистем і забезпеченні місць гніздування та міграції водоплавних птахів.

Протягом останніх десятиліть екологічний стан озера Сасик суттєво погіршився внаслідок інтенсивного антропогенного впливу. Найбільший вплив на водойму мали гідротехнічні перетворення, пов'язані з відокремленням лиману від Чорного моря та подачею дунайської води через канал Дунай – Сасик. У результаті цього було порушено природний водообмін, змінено гідрологічний режим і гідрохімічний склад води.

У зв'язку з цим проведення комплексної гідроекологічної оцінки стану озера Сасик, визначення основних факторів негативного впливу та розроблення ефективних природоохоронних заходів є надзвичайно актуальним завданням. Реалізація таких заходів має важливе значення для покращення екологічного стану водойми, збереження біорізноманіття та забезпечення екологічної безпеки регіону.

**Метою випускної кваліфікаційної роботи** є проведення гідроекологічної оцінки стану озера Сасик та розроблення природоохоронних заходів щодо покращення його екологічного стану.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі **завдання**:

- проаналізувати природні умови та гідрологічні особливості озера Сасик;
- оцінити вплив природних і антропогенних факторів на екосистему озера;
- визначити основні екологічні проблеми озера Сасик;
- розробити комплекс природоохоронних заходів щодо покращення гідроекологічного стану водойми;

- здійснити економічну оцінку запропонованих природоохоронних заходів;
- розглянути питання охорони праці та цивільного захисту в галузі.

**Об’єктом дослідження** є екосистема озера Сасик та природно-антропогенні процеси, що впливають на її стан.

**Предметом дослідження** є гідроекологічний стан озера Сасик, антропогенний вплив на водойму та природоохоронні заходи щодо покращення її екологічного стану.

**Практична цінність** роботи полягає у проведенні комплексної оцінки сучасного екологічного стану озера Сасик та розробленні науково обґрунтованих природоохоронних заходів, спрямованих на покращення якості води, зменшення антропогенного навантаження, стабілізацію гідрологічного режиму та збереження біорізноманіття водойми.

# РОЗДІЛ 1.

## ГІДРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ОЗЕРА САСИК

### 1.1. Географічне положення та гідрографічні особливості

Озеро Сасик (історична назва – Кундук) є одним із найбільших лиманних водоймищ північно-західного сектору Причорномор'я та ключовим елементом регіональної гідроекологічної системи межиріччя Дунаю і Дністра [1; 5]. Його сучасний стан і функціонування значною мірою зумовлені як природними умовами формування, так і тривалим антропогенним впливом, що трансформував первинні гідрологічні характеристики водойми. Розташування озера Сасик у межах Буджацького степу – одного з найбільш посушливих фізико-географічних регіонів України – зумовлює формування специфічних природних умов, які безпосередньо визначають його гідрологічний і гідрохімічний режим (рис. 1, 2) [3].



Рис. 1 – Географічне положення озера Сасик

Буджацький степ характеризується низькою річною кількістю атмосферних опадів, яка зазвичай не перевищує 300-400 мм, високою тривалістю сонячного світла та значною інтенсивністю сонячної радіації. У поєднанні з частими вітрами це призводить до формування умов, за яких процеси випаровування суттєво

переважають над процесами зволоження території [12, с. 45].

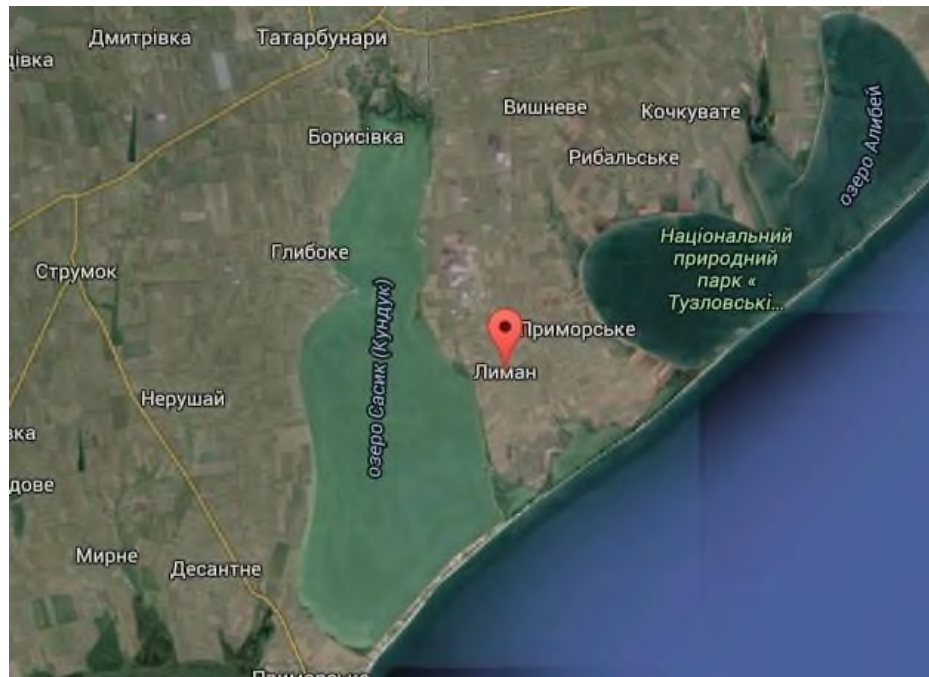


Рис 2. – Розташування озера в межах Буджацького степу

Високий рівень інсоляції, характерний для південних степових районів, сприяє значному нагріванню водної поверхні озера в літній період. Температура води на мілководних ділянках може досягати високих значень, що активізує фізико-хімічні та біологічні процеси, зокрема випаровування, мінералізацію та розвиток фітопланктону. Водночас через незначні глибини водойми ці процеси охоплюють практично всю товщу води, що посилює їх вплив на загальний стан екосистеми.

Дефіцит поверхневого стоку в межах Буджацького степу є одним із ключових факторів, що формують водний баланс озера Сасик і визначають його гідрологічну нестійкість. Особливістю цього регіону є слабкий розвиток річкової мережі, що зумовлено як кліматичними умовами, так і геологічною будовою території. Невелика кількість опадів, значна випаровуваність та рівнинний рельєф сприяють формуванню маловодних, часто пересихаючих водотоків, які не здатні забезпечити стабільне живлення великих водойм.

Основними природними джерелами поверхневого стоку для озера Сасик є річки Когильник і Сарата, які належать до малих річок степової зони. Їх гідрологічний режим має яскраво виражений сезонний характер, із максимумом стоку у весняний період, коли відбувається танення снігу та випадають дощі.

Водночас у літній період, особливо за умов тривалих посух, витрати води різко зменшуються, а окремі ділянки русел можуть повністю пересихати. Така нестабільність стоку значно обмежує їх роль як джерела прісної води для озера.

Ситуація ускладнюється тим, що басейни цих річок зазнають значного антропогенного навантаження. Сільськогосподарське освоєння території, розорювання степових ділянок, створення ставків і водосховищ, а також забір води для господарських потреб призводять до ще більшого зменшення природного стоку. Крім того, деградація ґрунтів і зменшення рослинного покриву сприяють зниженню інфільтрації води та зростанню поверхневого змиву, що негативно впливає на якість води, яка надходить до озера.

У посушливі роки, які останнім часом спостерігаються все частіше внаслідок кліматичних змін, природний притік води до Сасика може скорочуватися до мінімальних значень. У такі періоди озеро фактично втрачає природне підживлення і стає залежним від штучних джерел водопостачання. Саме в цих умовах різко зростає значення каналу Дунай – Сасик, який забезпечує надходження води з однієї з найбільших річок Європи – Дунаю.

Штучне регулювання водного режиму через цей канал дозволяє частково компенсувати дефіцит природного стоку, однак воно має і свої обмеження. По-перше, надходження дунайської води змінює природний гідрохімічний склад озера, що впливає на біологічні процеси. По-друге, нерівномірність подачі води може спричинити додаткові коливання рівня, що негативно впливає на прибережні екосистеми. По-третє, така залежність від штучного водопостачання підвищує вразливість системи до технічних і управлінських факторів.

Переважаючого випаровування над надходженням вологи призводить до формування негативного водного балансу, що проявляється у зниженні рівня води та підвищенні концентрації розчинених солей. Це, у свою чергу, впливає на гідрохімічні показники водойми, зокрема на мінералізацію, жорсткість води та вміст біогенних елементів. Подібні процеси є характерними для більшості лиманів Причорномор'я, однак у випадку Сасика вони посилюються через антропогенне втручання та обмежений водообмін із морем [9, с. 137].

Крім того, інтенсивне випаровування сприяє утворенню значних сезонних

коливань рівня води. У літньо-осінній період спостерігається зниження рівня, тоді як у весняний період, за рахунок надходження талих вод і збільшення притоку з Дунаю, рівень може підвищуватися. Такі коливання впливають на прибережні екосистеми, зокрема на стан очеретяних заростей і місць гніздування птахів.

Поєднання континентальних і морських впливів проявляється у формуванні складного гідрологічного режиму, який характеризується значною мінливістю основних параметрів – рівня води, температури, солоності та газового складу. У природних умовах це поєднання забезпечувало існування перехідної, солонувато-прісної екосистеми з високим рівнем біологічної продуктивності та різноманіття. Водночас сучасний гідрохімічний режим озера формується під впливом зміненого водообміну, що призводить до дисбалансу між процесами опріснення і засолення, накопичення біогенних речовин і розвитку евтрофікації.

Біотичний компонент екосистеми озера також є відображенням його географічного положення. Тут поєднуються елементи морської, прісноводної та солонуватоводної флори і фауни, що створює унікальні умови для формування специфічних біоценозів. Проте нестабільність гідрологічного режиму та зростання антропогенного навантаження призводять до спрощення структури біоти, витіснення чутливих видів і домінування евритопних організмів.

У геоструктурному відношенні територія, на якій розташоване озеро Сасик, належить до південної окраїни Східноєвропейської платформи – однієї з найстабільніших тектонічних структур Євразії, що характеризується тривалою геологічною еволюцією та відносно низькою сучасною геодинамічною активністю [3, с. 18–22]. Така стабільність зумовила переважання екзогенних процесів рельєфоутворення, зокрема акумуляції, денудації та переробки осадового матеріалу, що в сукупності сприяло формуванню вирівняних поверхонь і низинних приморських рівнин.

У межах прибережної зони озера домінують алювіальні, делювіальні та морські відклади, представлені пісками, супісками, суглинками та мулистими осадами різного гранулометричного складу [2, с. 44–48]. Ці відклади сформувалися в умовах активної взаємодії річкових і морських процесів, включаючи перенесення та акумуляцію наносів, що надходили як із басейну Дунаю, так і внаслідок

уздовжберегової міграції осадового матеріалу. Значна роль у формуванні сучасного літологічного складу належить також процесам біогенної седиментації, пов'язаним із накопиченням органічної речовини у водно-болотних екосистемах.

Геологічна будова території безпосередньо вплинула на формування лагунно-лиманних комплексів, до яких належить озеро Сасик. Поширення пухких осадових порід – пісків, супісків і мулистих відкладів – створило сприятливі умови для активного розвитку акумулятивних процесів у прибережній зоні [2, с. 52–55]. Унаслідок взаємодії морських хвиль, вітрового переносу та уздовжберегової течії відбувалося інтенсивне нагромадження осадового матеріалу, що призвело до формування піщаних пересипів і бар'єрних форм рельєфу [5, с. 63–68].

Ці бар'єрні утворення виконували роль природних геоморфологічних перегородок, які поступово відокремлювали морські затоки від відкритої акваторії Чорного моря, формуючи замкнені або напівзамкнені водойми лагунного типу. Динаміка таких процесів визначалася балансом між акумуляцією та абразією, а також коливаннями рівня моря, що відбувалися протягом голоцену.

Важливу роль у генезисі лиманів відігравали також річкові процеси, зокрема надходження алювіального матеріалу з басейнів великих річок, передусім Дунаю. Осадовий матеріал, що транспортувався річковими потоками, взаємодіяв із морськими наносами, формуючи складні акумулятивні структури та сприяючи стабілізації пересипів.

Саме сукупність зазначених геологічних і геоморфологічних процесів лежить в основі генезису лиманів північно-західного Причорномор'я, включаючи Сасик, який є типовим прикладом лагунної водойми, сформованої в умовах взаємодії морських і континентальних чинників [5, с. 71–75]. Надалі еволюція таких систем значною мірою залежить від змін гідрологічного режиму, кліматичних факторів і антропогенного впливу, що може як підтримувати їхню стабільність, так і спричиняти деградаційні процеси.

Крім того, геоструктурні та літологічні особливості визначають гідрогеологічні умови території, зокрема характер залягання підземних вод, їхню мінералізацію та взаємодію з поверхневими водами. В умовах поширення пористих і водопроникних відкладів відбувається активний обмін між підземними та

поверхневими водами, що може впливати на гідрохімічний режим озера, зокрема на його солоність і іонний склад.

Географічне положення озера визначає його важливу роль як транзитної ланки між великими водними системами регіону. Близькість до дельти Дунаю зумовлює потенційну можливість надходження значних обсягів прісної води, збагаченої завислими речовинами, біогенними елементами та органічними сполуками [6, с. 88–92]. Водночас історичний зв'язок із Чорним морем визначав солонуватоводний характер екосистеми та формував умови для існування специфічних біоценозів, адаптованих до змінної солоності [6, с. 95–98; 7, с. 102–106].

У природному стані Сасик функціонував як динамічна лагунна система з періодичним водообміном із морем через протоки. Цей водообмін забезпечував підтримання рівноваги між процесами опріснення та засолення, сприяв самоочищенню водойми та стабілізації її екологічного стану [5, с. 80–84]. Однак унаслідок антропогенного втручання, зокрема будівництва дамби та створення штучного каналу для подачі дунайської води, природний гідрологічний режим був суттєво трансформований [1, с. 36–40; 5, с. 88–91].

Морфометричні характеристики озера відіграють визначальну роль у формуванні його сучасного стану. Значна площа водного дзеркала (понад 200 км<sup>2</sup>) у поєднанні з малою середньою глибиною (1,5 – 2,0 м) обумовлює високу чутливість до кліматичних факторів [1, с. 42–45]. Зокрема, температурний режим води характеризується значною сезонною амплітудою, що впливає на розчинність кисню, інтенсивність біохімічних процесів і розвиток гідробіонтів [2, с. 94–98].

Мілководність також сприяє активному перемішуванню водних мас під дією вітрового фактору, що характерний для відкритих степових ландшафтів [3, с. 64–68]. Це, з одного боку, перешкоджає формуванню стійкої стратифікації, а з іншого – сприяє ресуспензії донних відкладів, що призводить до підвищення каламутності води та вторинного забруднення [2, с. 101–104].

Берегова зона озера є надзвичайно різноманітною за своїми морфологічними та екологічними характеристиками. Значні площі займають водно–болотні угіддя, які відіграють роль природних буферів, що регулюють гідрологічний режим та

забезпечують біофільтрацію води [5, с. 110–114]. Рослинний покрив представлений переважно гелофітами та гідрофітами, серед яких домінують очерет звичайний (*Phragmites australis*), рогіз (*Typha* spp.) та інші види [6, с. 121–124].

Ці угруповання виконують важливі функції у підтриманні екологічної рівноваги, зокрема акумуляцію біогенних елементів (азоту, фосфору), зменшення швидкості поверхневого стоку, створення середовища існування для водоплавних птахів, риб і безхребетних, а також стабілізацію берегової лінії [6, с. 128–131; 8, с. 77–81].

Гідрографічна структура озера після антропогенного втручання зазнала значних змін. Основним джерелом живлення стали води Дунаю, що надходять через канал [1, с. 58–61]. Однак така система живлення має ряд недоліків, зокрема нерівномірність подачі води, залежність від гідрологічного режиму річки та можливість надходження забруднюючих речовин [7, с. 118–121].

Водночас відсутність ефективного водообміну з морем призводить до застійних явищ, накопичення солей і забруднювачів, а також розвитку евтрофікаційних процесів [5, с. 126–129; 7, с. 133–136]. Це супроводжується масовим «цвітінням» води, дефіцитом кисню та деградацією біоти [4, с. 66–70].

Особливу роль у функціонуванні озера відіграють донні відклади, які є своєрідним «депо» хімічних речовин [2, с. 138–142]. Вони містять значні запаси органічної речовини, сполук азоту і фосфору, а також важких металів [4, с. 74–78]. За певних умов (зниження вмісту кисню, зміна рН, механічне перемішування) ці речовини можуть переходити у водну товщу, посилюючи процеси вторинного забруднення [4, с. 82–85; 7, с. 144–147].

Крім того, донні відклади впливають на гідрохімічний режим через процеси мінералізації органічної речовини, що супроводжуються споживанням кисню та утворенням відновлених форм елементів [2, с. 150–154]. Це створює несприятливі умови для більшості аеробних організмів [4, с. 88–91].

Кліматичні умови регіону також суттєво впливають на гідрологічний режим озера. Для Буджацького степу характерні висока температура повітря влітку, незначна кількість атмосферних опадів, інтенсивне випаровування та часті сильні вітри [3, с. 92–96]. Ці фактори сприяють зниженню рівня води, підвищенню

мінералізації та концентрації забруднюючих речовин, а також посиленню процесів деградації екосистеми [1, с. 74–78; 7, с. 158–162].

## 1.2. Кліматичні та гідрологічні умови

Кліматичні умови Північно-Західного Причорномор'я, до якого належить район озера Сасик, формуються під впливом взаємодії континентальних і морських повітряних мас, а також загальної циркуляції атмосфери помірних широт. За класифікацією, регіон належить до помірно континентального клімату зі значними рисами степового, що проявляється у високих літніх температурах, недостатній кількості атмосферних опадів, значній тривалості сонячного світла та підвищеній випаровуваності [13, с. 87–89]. Близькість Чорного моря зумовлює певне пом'якшення клімату, зокрема зменшення амплітуди температур у зимовий період.

Температурний режим регіону характеризується значною сезонною мінливістю. Середньорічна температура повітря становить близько  $+10...+11$  °С, при цьому середні температури липня досягають  $+22...+24$  °С, а максимальні значення можуть перевищувати  $+35$  °С [13, с. 102]. Високі температури в літній період у поєднанні з малою відносною вологістю повітря сприяють інтенсивному випаровуванню як із поверхні ґрунтів, так і з водної поверхні озера. У зимовий період середні температури становлять  $-1...-3$  °С, однак можливі короточасні похолодання до  $-15$  °С внаслідок вторгнення арктичних повітряних мас [13, с. 110]. Аналіз кліматограми свідчить про чітко виражену сезонність температурного режиму та нерівномірний розподіл опадів протягом року, що зумовлює дефіцит вологи в літній період (рис. 3, 4).

Атмосферні опади є недостатніми для забезпечення стабільного водного балансу. Їх середньорічна кількість у межах Буджацького степу становить 300 – 400 мм, причому близько 60 – 70 % припадає на теплий період року [13, с. 124]. Проте навіть у цей час опади мають переважно зливовий характер і не забезпечують рівномірного зволоження території (рис. 4). Як зазначає Ю. С. Тучковенко, для лиманів Північно-Західного Причорномор'я характерним є дефіцит атмосферного зволоження та переважання випаровування над надходженням вологи, що суттєво впливає на формування їх гідрологічного

режиму [14, с. 56–58]. Визначальною особливістю клімату є переважання випаровування над кількістю атмосферних опадів. Потенційне випаровування в регіоні може досягати 700 – 900 мм на рік, що майже вдвічі перевищує річну суму опадів [13, с. 130; 14, с. 61]. Це формує негативний водний баланс, який проявляється у зниженні рівня води у водоймах і підвищенні мінералізації. Для озера Сасик така ситуація є критичною, оскільки мілководність посилює вплив кліматичних чинників на його стан.



Рис. 3 – Середньомісячна температура у межах Буджацького степу

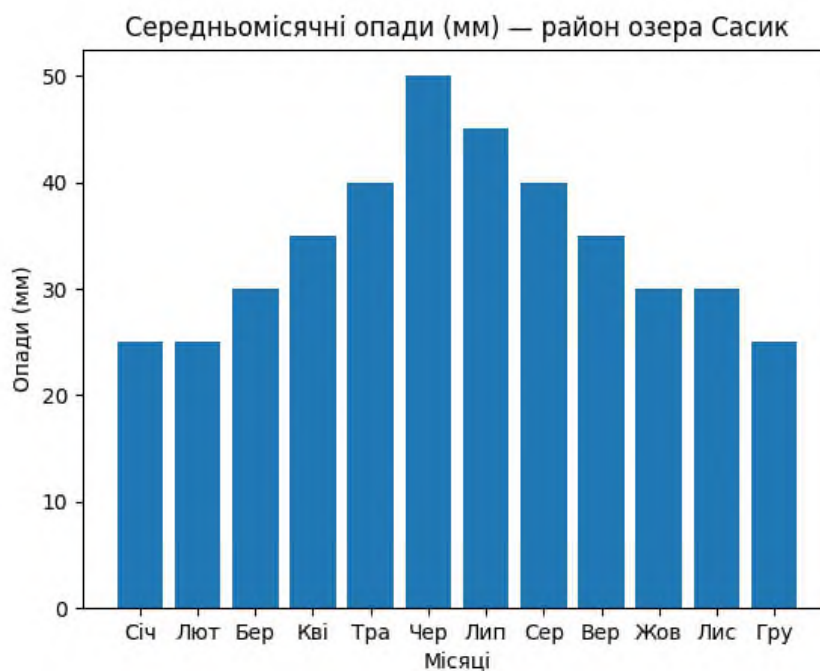


Рис. 4 – Середньомісячні опади у межах Буджацького степу

Вітровий режим Північно-Західного Причорномор'я, зокрема району озера Сасик, є одним із ключових кліматичних факторів, що визначає як гідрологічні процеси у водоймі, так і особливості розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері. Формування вітрового режиму зумовлене загальною циркуляцією атмосфери помірних широт, а також впливом Чорного моря, яке модифікує напрямки та інтенсивність повітряних потоків.

Для регіону характерне переважання вітрів північного, північно-західного та північно-східного напрямків. Така орієнтація повітряних потоків пов'язана з частим надходженням континентальних повітряних мас із внутрішніх районів Східної Європи. У літній період посилюється роль локальних циркуляцій, зокрема бризових процесів, які виникають унаслідок різниці температур між суходолом і водною поверхнею Чорного моря. Денний морський бриз сприяє надходженню більш вологого повітря з моря, тоді як нічний береговий бриз має протилежний напрямок (рис. 5).

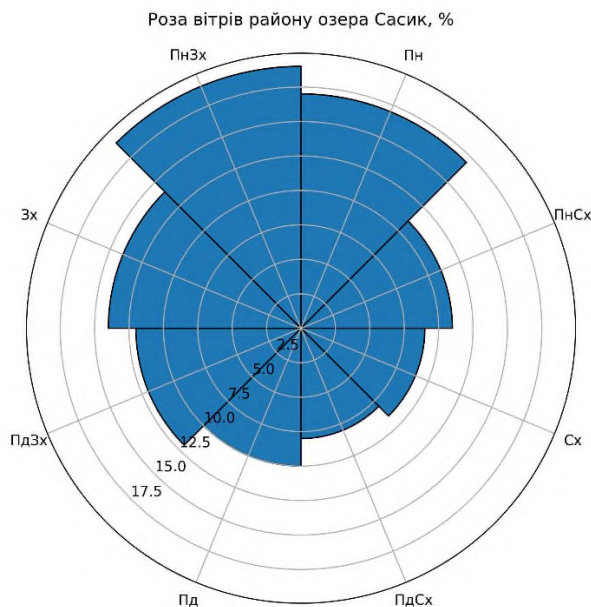


Рис. 5 – Вітровий режим Північно-Західного Причорномор'я

Середня швидкість вітру в регіоні становить близько 5 – 7 м/с, що є досить високим показником для рівнинних територій [13, с. 140]. У холодний період року швидкість вітру, як правило, зростає, а також збільшується повторюваність сильних вітрів і штормових явищ. Максимальні швидкості можуть досягати 15 – 20 м/с, особливо під час проходження атмосферних фронтів і циклонів [14, с. 63]. Такі

вітрові умови сприяють розвитку хвильових процесів на поверхні озера та активізації абразії берегів.

Вітровий режим відіграє важливу роль у формуванні гідродинаміки озера Сасик. Через мілководний характер водойми навіть помірні вітри здатні викликати повне перемішування водної товщі. Це призводить до вирівнювання температури та концентрації розчинених речовин по всій глибині, а також впливає на кисневий режим води. У літній період перемішування може запобігати утворенню стійкої температурної стратифікації, однак одночасно сприяє підняттю донних відкладів і збільшенню мутності води.

Крім того, вітри визначають інтенсивність випаровування з поверхні озера. Посилення вітру збільшує турбулентний обмін між водною поверхнею та атмосферою, що сприяє швидшому випаровуванню. У поєднанні з високими температурами це призводить до суттєвих втрат води, особливо в літній період, і поглиблює дефіцит водного балансу.

Важливим аспектом є вплив вітрового режиму на розсіювання забруднюючих речовин у повітрі. Інтенсивні вітри сприяють швидкому розсіюванню домішок і зменшенню їх концентрації в приземному шарі атмосфери. Натомість за умов слабого вітру або штилю, особливо в поєднанні зі стійкою температурною стратифікацією чи інверсією, створюються умови для накопичення забруднюючих речовин. Таким чином, вітровий режим у поєднанні з температурною стратифікацією визначає коефіцієнти розсіювання домішок, що було відображено на рис. 6, 7.

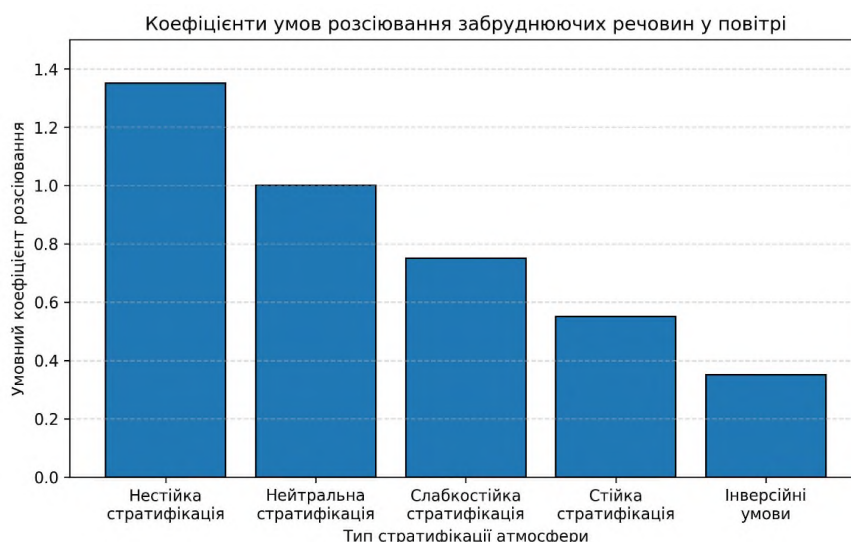


Рис. 6 – Коефіцієнти умов розсіювання забруднюючих речовин у повітрі.

Сезонна мінливість вітрового режиму також має суттєве значення. У зимовий період переважають сильніші вітри, пов'язані з активною циклонічною діяльністю, що сприяє інтенсивному перемішуванню водних мас і руйнуванню льодового покриву. У літній період, навпаки, частіше спостерігаються періоди слабого вітру, які можуть сприяти розвитку застійних явищ у воді та погіршенню її якості.

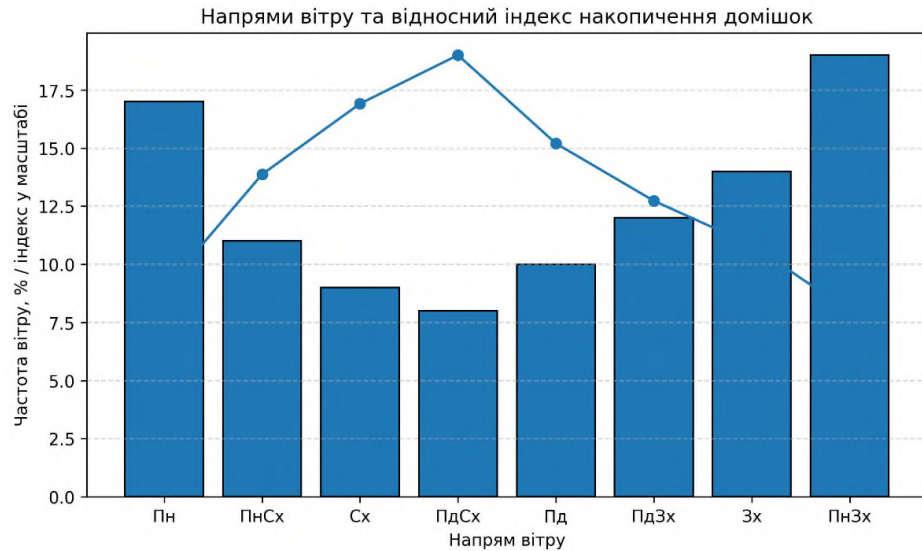


Рис. 7. – Напря́м вітру та відносний індекс накопичення забруднюючих речовин

Сонячна радіація є ще одним ключовим фактором клімату регіону. Тривалість сонячного сяйва перевищує 2200 – 2300 годин на рік, що сприяє інтенсивному прогріванню водної поверхні [13, с. 95]. У поєднанні з незначною глибиною це призводить до швидкого нагрівання всієї товщі води в озері Сасик, що активізує процеси фотосинтезу та розвитку фітопланктону. За таких умов часто спостерігається евтрофікація водойми, яка супроводжується «цвітінням» води (рис. 8).

Гідрологічний режим озера Сасик є складним і визначається як природними, так і антропогенними чинниками. До його трансформації лиман функціонував як природна система з періодичним водообміном із морем. Після ізоляції цей баланс був порушений, що призвело до змін рівневого режиму та гідрохімічних характеристик [15, с. 214]. За даними Н. О. Іванової, порушення водообміну стало одним із ключових факторів деградації екосистеми.

Основними природними джерелами живлення озера залишаються річки Когильник і Сарата, однак їхній стік має нестійкий сезонний характер. Найбільші обсяги води надходять у весняний період, тоді як улітку, за умов високих температур і тривалих посух, витрати води різко зменшуються. У маловодні роки поверхневий стік може бути недостатнім для підтримання стабільного рівня води в озері. Через це зростає значення каналу Дунай–Сасик, який використовується для штучного підживлення водойми дунайською водою. Водночас таке регулювання не відновлює природний режим лиману, а лише частково компенсує дефіцит води. Як зазначає П. С. Лозовіцький, водообмін озера визначається співвідношенням між надходженням дунайської води, поверхневим стоком і втратами на випаровування [16, с. 150].

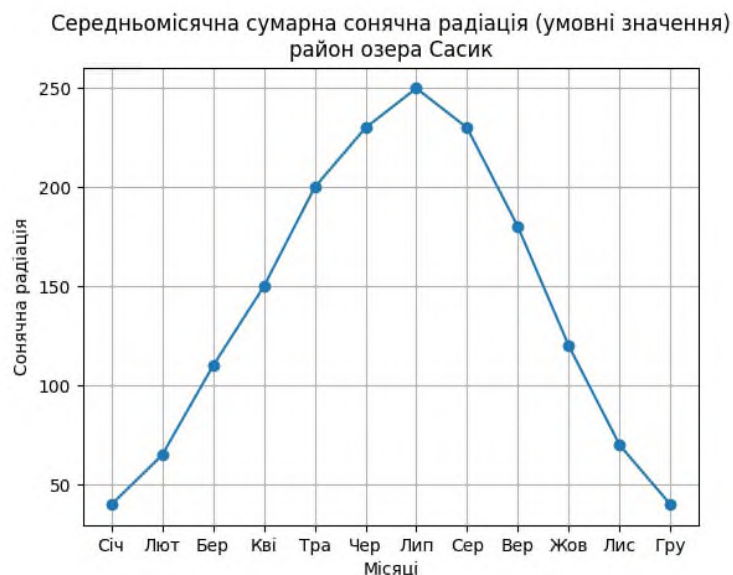


Рис. 8 – Середньомісячна сумарна сонячна радіація

Особливо важливою характеристикою гідрологічних умов Сасика є слабка проточність. За матеріалами екологічних оцінок, водообмін водойми залежить від обсягів надходження дунайської води, стоку річок Когильник і Сарата, забору води на господарські потреби та скидів у море. Саме інтенсивність водообміну розглядається як один із головних чинників, що визначає екологічний стан водосховища [17]. За умов недостатнього водообміну у водоймі накопичуються біогенні речовини, завислі частинки та продукти розкладу органічної речовини, що негативно впливає на прозорість води, кисневий режим і стан біоти.

Слабка проточність є однією з основних гідрологічних проблем озера. За

умов обмеженого водообміну у водоймі накопичуються біогенні речовини та органічні сполуки, що призводить до погіршення якості води [17]. Це підтверджується результатами екологічних досліджень, які вказують на залежність стану озера від інтенсивності водообміну.

Гідрохімічний режим озера характеризується підвищеною мінералізацією. За даними С. М. Урасова та Ю. С. Тучковенка, вода озера не завжди відповідає вимогам для іригаційного використання через високий вміст солей [18, с. 48–50]. Це пов'язано як із природними особливостями водойми, так і з впливом донних відкладів, які містять значні запаси солей (рис. 9).

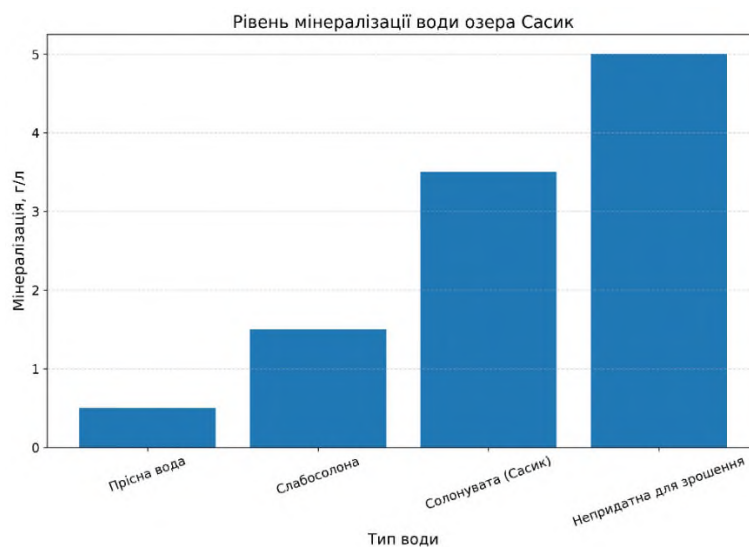


Рис. 9 – Рівень мінералізації озера Сасик

Гідрохімічний режим озера тісно пов'язаний із його кліматичними та гідрологічними особливостями. Підвищена мінералізація води є наслідком не лише залишкової солоності колишнього лиману, а й постійного впливу донних відкладів, у яких накопичені солі. Дослідження якості води Сасика показують, що проблема його використання для зрошення пов'язана з нестабільним хімічним складом води та її мінералізацією [18, с. 94–98]. Це свідчить про те, що навіть тривале надходження прісної дунайської води не забезпечило повного опріснення водойми.

У сучасних дослідженнях значна увага приділяється моделюванню можливих змін гідрологічного режиму Сасика за умов відновлення водообміну з морем. Зокрема, дослідження з використанням математичного моделювання показують, що відновлення природного водообміну може суттєво змінити гідрологічний режим озера. Так, у роботі Д. В. Кушніра із застосуванням моделі

Delft3D Flexible Mesh розглянуто просторово-часову мінливість солоності води після потенційної ренатуралізації водойми. Автор зазначає, що відновлення постійного водообміну з морем може істотно змінити солонісний режим, однак цей процес потребує моделювання, контролю та врахування сезонних коливань, що підтверджує складність управління гідрологічним режимом Сасика та необхідність науково обґрунтованих рішень [19, р. 34–36].

Сучасні кліматичні зміни посилюють нестабільність гідрологічного режиму озера. Підвищення температури повітря, зменшення кількості опадів і зростання частоти посух призводять до збільшення дефіциту води. Це підвищує залежність озера від антропогенного регулювання та створює додаткові ризики для його екосистеми.

Кліматичні умови району озера Сасик формуються в межах південної степової зони України, для якої характерні посушливість, висока інсоляція, значна тривалість теплого періоду та дефіцит атмосферного зволоження. У кліматичній монографії «Клімат України» зазначено, що південні райони країни відзначаються підвищеними температурами повітря, меншою кількістю опадів порівняно з північними та західними регіонами, а також високими показниками випаровуваності [13]. Це має безпосереднє значення для озера Сасик, оскільки його мілководність робить водойму особливо чутливою до температурного режиму, вітрового перемішування та сезонних коливань водного балансу.

Розташування озера в межах Буджацького степу зумовлює переважання процесів випаровування над атмосферним живленням. У теплий період року поверхня водойми швидко прогрівається, що посилює випаровування та сприяє концентрації розчинених речовин у воді. За таких умов навіть незначне скорочення притоку води може призводити до підвищення мінералізації, погіршення кисневого режиму та активізації процесів евтрофікації. Для мілководних лиманних систем Північно-Західного Причорномор'я така залежність між кліматичними умовами та якістю води є типовою, однак у випадку Сасика вона ускладнюється антропогенним регулюванням водообміну [14, с. 112–116] (рис. 10).

Гідрологічний режим озера Сасик є результатом поєднання природних і штучних чинників. У природному стані водойма функціонувала як солонуватий

лиман, режим якого визначався взаємодією морського водообміну, річкового притоку, атмосферних опадів та випаровування. Після відокремлення від Чорного моря і перетворення на водосховище природна структура водного балансу була порушена. Як зазначає Н. О. Іванова, основним наслідком трансформації лиману стало порушення його гідрологічного режиму, що проявилось у зміні рівневого режиму, водообміну та солоності води [15, с. 57–61].

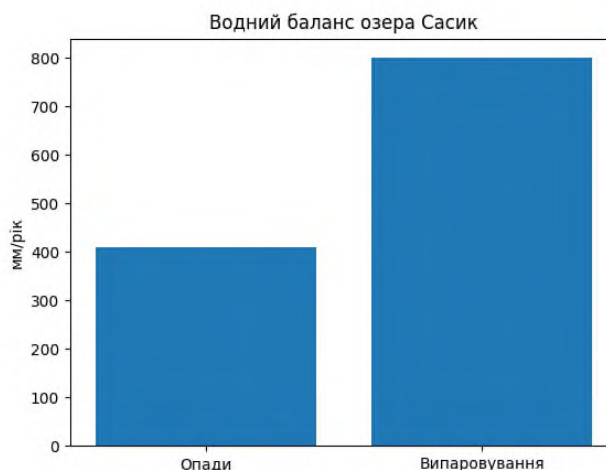


Рис. 10 – Водний баланс озера Сасик

Кліматичні зміни також можуть посилювати нестабільність водного режиму озера. Для півдня України прогнозуються підвищення середніх температур, збільшення повторюваності посушливих періодів і зростання випаровуваності. У таких умовах дефіцит поверхневого стоку може поглиблюватися, а залежність водойми від штучного регулювання – зростати. Це означає, що майбутній стан Сасика значною мірою залежатиме від здатності водогосподарської системи підтримувати оптимальний рівень води без погіршення її якості.

### 1.3. Біорізноманіття та екосистемні особливості озера Сасик

Озеро Сасик є важливим природним об'єктом Північно-Західного Причорномор'я, який відіграє значну роль у збереженні біорізноманіття регіону. Його екосистема сформувалася в умовах поєднання прісноводних і солонуватоводних характеристик, що обумовлює високу екологічну різноманітність і складну структуру біоценозів. Водночас антропогенне втручання, зокрема перетворення лиману на водосховище, суттєво вплинуло на видовий склад

і функціонування екосистеми [20, с. 45] (табл. 1).

Таблиця 1 – Видовий склад біорізноманіття озера Сасик [20–25]

Група організмів	Основні представники	Екологічна роль
Водна рослинність	очерет ( <i>Phragmites australis</i> ), рогіз ( <i>Typha latifolia</i> ), осоки ( <i>Carex</i> spp.)	Формування біотопів, очищення води
Фітопланктон	діатомові, зелені, синьо–зелені водорості	Первинна продукція органічної речовини
Зоопланктон	коловертки, дафнії, циклопи	Ланка трофічного ланцюга
Риби	короп, карась, судак, щука	Формування іхтіофауни, рибні ресурси
Птахи	лебеді, качки, чаплі, кулики	Біоіндикатори, міграційні процеси

Рослинний покрив озера представлений переважно гідрофільною рослинністю, яка формує прибережно-водні угруповання. Найпоширенішими є очерет звичайний (*Phragmites australis*), рогіз широколистий (*Typha latifolia*), а також різні види осок (*Carex* spp.). Ці рослини відіграють важливу роль у формуванні екосистеми, оскільки забезпечують укриття для тварин, беруть участь у процесах самоочищення води та регулюють гідрологічний режим прибережної зони [21, с. 78]. Водночас надмірний розвиток вищої водної рослинності може призводити до заростання водойми та зменшення площ відкритої водної поверхні.

Фітопланктон є важливою складовою біоти озера і визначає рівень первинної продукції. У складі фітопланктону переважають синьо-зелені водорості (ціанобактерії), зелені та діатомові водорості. За умов підвищеної температури та надлишку біогенних речовин часто спостерігається масовий розвиток ціанобактерій, що призводить до явища «цвітіння» води [22, с. 112]. Це негативно впливає на кисневий режим і може спричиняти загибель гідробіонтів.

Зоопланктон озера представлений коловертками, гіллястовусими та веслоногими ракоподібними, які є важливою ланкою трофічного ланцюга. Вони

забезпечують передачу енергії від первинних продуцентів до вищих рівнів трофічної структури. Склад і чисельність зоопланктону змінюються залежно від гідрохімічних умов і ступеня евтрофікації водойми [23, с. 59].

Іхтіофауна озера Сасик зазнала значних змін унаслідок антропогенного впливу. До перетворення лиману переважали солонуватоводні та морські види риб, однак після опріснення зросла частка прісноводних видів, таких як короп (*Cyprinus carpio*), карась (*Carassius spp.*), судак (*Sander lucioperca*) та щука (*Esox lucius*). Проте нестабільність гідрохімічного режиму негативно впливає на умови існування риб, що призводить до коливань їх чисельності та зниження біопродуктивності водойми [24, с. 134].

Орнітофауна озера Сасик є однією з найбільш цінних складових його біорізноманіття та має важливе міжнародне значення. Це пов'язано з тим, що водойма розташована в межах одного з ключових міграційних шляхів птахів – Азово-Чорноморського міграційного коридору, який забезпечує сезонні переміщення між місцями гніздування в Європі та зимівлі в Африці й Південно-Західній Азії [25, с. 92]. Завдяки цьому озеро виконує функції як місця тимчасових зупинок під час міграцій, так і території для гніздування та зимівлі значної кількості видів.

Структура орнітофауни озера Сасик за сезонним статусом

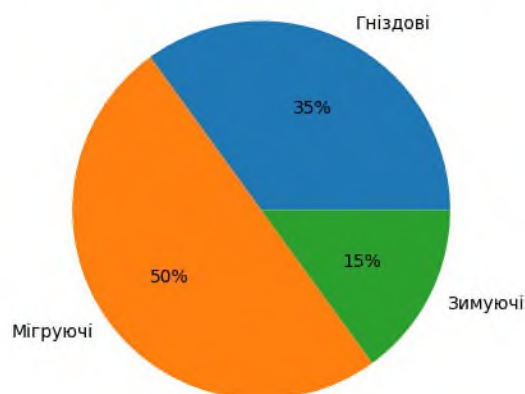


Рис. 11 – Орнітофауна озера Сасик за сезонним статусом

Видовий склад орнітофауни представлений переважно водоплавними, навколководними та болотними видами. Серед них домінують представники ряду

гусеподібних (Anseriformes), зокрема качки (Anas spp.), гуси (Anser spp.) та лебеді (Cygnus olor), які використовують водойму як місце відпочинку та живлення [25, с. 105]. Значну частку також становлять чаплеві (Ardeidae), включаючи сіру чаплю (Ardea cinerea) та велику білу чаплю (Egretta alba), які населяють прибережні зарості очерету.

Окрему групу становлять кулики (Charadriiformes), які віддають перевагу мілководним ділянкам і відкритим берегам. До них належать різні види побережників, кроншнепів та мартинів. Ці птахи є важливими індикаторами стану прибережних екосистем, оскільки їх чисельність залежить від доступності кормових ресурсів і стану середовища [23, с. 61].

Прибережні очеретяні зарості створюють сприятливі умови для гніздування багатьох видів птахів. Зокрема, тут формуються колонії чапель, бакланів (Phalacrocorax carbo) та інших видів, які потребують захищених територій для розмноження. Очеретяні біотопи також є місцем проживання співочих птахів, таких як очеретянки (Acrocephalus spp.), що відіграють важливу роль у підтриманні біологічної рівноваги екосистеми [20, с. 210].

Сезонна динаміка орнітофауни озера Сасик є досить вираженою. У весняно-осінній період спостерігається найбільша кількість видів і особин, що пов'язано з міграційними процесами. У цей час озеро стає важливим пунктом концентрації птахів, де вони відпочивають і поповнюють енергетичні ресурси. У зимовий період частина видів залишається на водоймі, особливо за умов м'яких зим і відсутності льодового покриву [25, с. 118].

Антропогенний вплив суттєво позначається на стані орнітофауни. Зміна гідрологічного режиму, коливання рівня води, зменшення площ природних біотопів і забруднення води призводять до скорочення чисельності окремих видів і змін у структурі орнітокомплексів. Особливо вразливими є види, що потребують стабільних умов для гніздування та живлення [26, с. 68].

Разом із тим, озеро Сасик зберігає важливе значення як осередок біорізноманіття та потребує подальшого вивчення і охорони. У сучасних дослідженнях підкреслюється необхідність створення умов для збереження природних біотопів, обмеження антропогенного навантаження та впровадження

заходів екологічного менеджменту, спрямованих на підтримання стабільності орнітофауни [26, с. 72]. Екосистема озера характеризується високою продуктивністю, однак водночас є вразливою до зовнішніх впливів. Основними екологічними проблемами є евтрофікація, забруднення води, зміна солоності та порушення природного водообміну. Як зазначають дослідники, інтенсивне надходження біогенних речовин призводить до погіршення якості води та деградації біоценозів [22, с. 118].

Особливістю екосистеми є її перехідний характер, що поєднує риси прісноводних і солонуватоводних систем. Це створює умови для існування різноманітних видів, але водночас робить екосистему нестійкою до змін середовища. Будь-які зміни гідрологічного або гідрохімічного режиму можуть призводити до швидкої трансформації біоти.

Сучасні наукові дослідження підкреслюють необхідність відновлення природного водообміну та впровадження заходів екологічного менеджменту. Зокрема, пропонується обмеження антропогенного навантаження, контроль за надходженням забруднюючих речовин та відновлення природних біотопів [26, с. 67].

Важливим аспектом збереження біорізноманіття озера Сасик є його належність до територій, що мають природоохоронне значення. Озеро входить до складу водно-болотних угідь міжнародного значення, що охороняються відповідно до Рамсарської конвенції, яка спрямована на збереження водно-болотних екосистем та раціональне використання їх ресурсів. Такий статус підкреслює високу екологічну цінність території та її значення для підтримання біорізноманіття, зокрема орнітофауни [25, с. 95] (табл. 2).

У регіоні функціонує низка об'єктів природно-заповідного фонду, які охоплюють прибережні території та прилеглі екосистеми. До них належать заказники, орнітологічні та ландшафтні резервати, створені з метою охорони місць гніздування та міграції птахів, а також збереження унікальних степових і водно-болотних біотопів [26, с. 70]. Ці території відіграють важливу роль у підтриманні екологічної рівноваги регіону та збереженні рідкісних і зникаючих видів.

Особливу цінність становлять прибережні очеретяні масиви, які входять до

складу природоохоронних територій і забезпечують середовище існування для багатьох видів птахів, риб та безхребетних. Вони виконують функції природних фільтрів, очищаючи воду від забруднень, а також слугують буферною зоною, що зменшує негативний вплив господарської діяльності на водойму [20, с. 215].

Таблиця 2 – Об'єкти природно-заповідного фонду (ПЗФ) в районі озера Сасик [25, с. 48–52; 26, с. 91–95]

Назва об'єкта	Категорія ПЗФ	Площа, га	Статус / значення
Озеро Сасик	Водно-болотне угіддя міжнародного значення	~21 000	Рамсарське угіддя, місце міграції птахів
Тузлівські лимани	Національний природний парк	27 865	Охорона лиманних екосистем і біорізноманіття
Ландшафтні заказники Буджацького степу	Ландшафтний заказник	різні	Збереження степових екосистем
Орнітологічні заказники	Орнітологічний заказник	різні	Охорона місць гніздування птахів
Прибережні водно-болотні угіддя	Гідрологічні заказники	різні	Збереження водних екосистем

Аналіз об'єктів природно-заповідного фонду свідчить про те, що територія озера Сасик і прилеглих екосистем має значний природоохоронний потенціал. Наявність водно-болотних угідь міжнародного значення та природоохоронних територій різних категорій забезпечує збереження біорізноманіття, зокрема водоплавних птахів і гідробіонтів. Незважаючи на наявність природоохоронного статусу, екосистема озера Сасик зазнає значного антропогенного навантаження. Основними загрозами є зміна гідрологічного режиму, забруднення води, евтрофікація, а також нераціональне використання природних ресурсів. У зв'язку з цим важливим завданням є удосконалення системи управління природно-

заповідним фондом, зокрема посилення контролю за дотриманням природоохоронного законодавства та впровадження сучасних методів екологічного моніторингу [26, с. 74].

Сучасні підходи до збереження природно-заповідного фонду передбачають інтеграцію охоронних заходів із принципами сталого розвитку. Це включає гармонізацію природоохоронної діяльності з господарським використанням території, розвиток екологічного туризму, підвищення екологічної свідомості населення та залучення місцевих громад до процесів управління природними ресурсами. Для озера Сасик це є особливо актуальним, оскільки ефективне функціонування природоохоронних територій може стати ключовим фактором відновлення екосистеми.

#### **1.4. Антропогенний вплив на озеро Сасик**

Озеро Сасик зазнало значного антропогенного впливу, який суттєво змінив його природний стан, гідрологічний режим та екологічні характеристики. Найбільш масштабні трансформації відбулися у другій половині ХХ століття, коли лиман був перетворений на прісноводне водосховище в рамках реалізації водогосподарських проєктів, спрямованих на забезпечення зрошення сільськогосподарських угідь півдня України [27, с. 52].

У 1970–1980-х роках було здійснено будівництво дамби, яка відокремила озеро від Чорного моря, а також прокладено канал Дунай – Сасик для подачі прісної води. Це призвело до різкої зміни гідрологічного режиму водойми: порушився природний водообмін, знизилася солоність, але водночас відбулося погіршення якості води через накопичення органічних і мінеральних речовин [28, с. 134]. Як зазначають дослідники, штучне опріснення не забезпечило стабільного екологічного стану, а навпаки спричинило деградаційні процеси.

Важливим фактором антропогенного впливу на озеро Сасик є сільськогосподарська діяльність у межах його водозбірного басейну. Інтенсивне використання земель, зокрема розорювання степових територій, вирощування технічних і зернових культур, а також широке застосування мінеральних добрив і засобів захисту рослин, призводять до істотного збільшення антропогенного

навантаження на водні ресурси. Біогенні елементи, насамперед сполуки азоту та фосфору, разом із поверхневим стоком надходять у водойму, що сприяє розвитку процесів евтрофікації [29, с. 78].

Особливо інтенсивне надходження забруднюючих речовин спостерігається під час періодів зливових опадів або весняного сніготанення, коли змив із сільськогосподарських угідь значно посилюється. У таких умовах у водойму потрапляють не лише розчинені мінеральні сполуки, але й завислі частинки ґрунту, органічні речовини, залишки пестицидів і агрохімікатів. Це призводить до зростання мутності води, погіршення її прозорості та зміни гідрохімічних показників (рис. 12).

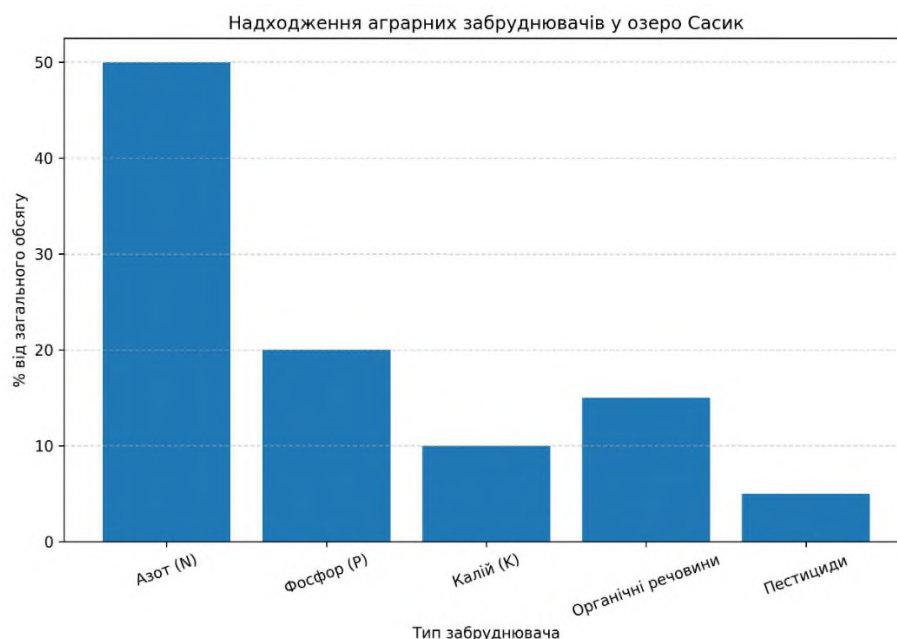


Рис. 12 – Надходження аграрних забруднювачів у озеро Сасик [29, с. 78–82]

Надлишок біогенних речовин у воді стимулює масовий розвиток фітопланктону, насамперед синьо-зелених водоростей (ціанобактерій), що проявляється у вигляді «цвітіння» води. Такі процеси супроводжуються зниженням вмісту розчиненого кисню, особливо в нічний час або під час розкладання органічної речовини, що може призводити до загибелі риби та інших гідробіонтів. Крім того, деякі види ціанобактерій здатні виділяти токсини, які становлять небезпеку для водних організмів і можуть обмежувати використання води для господарських потреб.

Значний вплив на стан озера мають і зрошувальні системи, які

використовують його воду для сільськогосподарських потреб. Забір води призводить до зниження рівня водойми, що особливо відчутно в умовах посушливого клімату та високого рівня випаровування. У результаті зменшується об'єм води, зростає концентрація розчинених речовин, що негативно впливає на гідрохімічний режим озера. Одночасно з цим повернення дренажних і зворотних вод із полів, які містять підвищені концентрації солей, добрив і залишків пестицидів, сприяє вторинному забрудненню водойми.

Додатковим фактором є зміна природної структури ландшафтів у басейні озера. Зменшення площ природної рослинності, зокрема степових угруповань і прибережних буферних зон, знижує здатність екосистеми до самоочищення та регулювання стоку. Відсутність природних бар'єрів, таких як лучні та заплавні ділянки, сприяє безперешкодному надходженню забруднюючих речовин у водойму.

Промисловий вплив у регіоні є менш вираженим порівняно з аграрним, однак також має значення. До потенційних джерел забруднення належать підприємства харчової промисловості, переробки сільськогосподарської продукції, а також транспортна інфраструктура. Скиди недостатньо очищених стічних вод і накопичення забруднюючих речовин у донних відкладах негативно впливають на гідрохімічний режим озера [30, с. 96].

Окрему роль відіграє порушення природних біотопів унаслідок господарської діяльності. Осушення територій, зміна берегової лінії, забудова прибережних зон і рекреаційне навантаження призводять до втрати місць існування багатьох видів рослин і тварин. Це, у свою чергу, впливає на загальну екологічну рівновагу та знижує біорізноманіття озера [31, с. 115].

Сучасним і надзвичайно важливим фактором антропогенного впливу є війна в Україні, яка розпочалася у 2014 році та особливо загострилася після повномасштабного вторгнення у 2022 році. Воєнні дії спричинили значні екологічні ризики, пов'язані з пошкодженням інфраструктури, забрудненням територій і порушенням природних процесів. Хоча безпосередні бойові дії не відбуваються в районі озера Сасик, їх наслідки відчуваються через загальне погіршення екологічної ситуації, зниження рівня контролю за

природокористуванням і збільшення техногенного навантаження [32, с. 41].

Одним із ключових напрямів негативного впливу є порушення функціонування водогосподарських систем. Умови воєнного часу ускладнюють експлуатацію гідротехнічних споруд, зокрема каналів, дамб і насосних станцій, що може призводити до збоїв у регулюванні водного режиму. Для озера Сасик це означає потенційні коливання рівня води, зміну обсягів надходження дунайської води та погіршення умов водообміну. Суттєвим фактором є також ризик хімічного забруднення. Унаслідок воєнних дій у навколишньому середовищі можуть накопичуватися нафтопродукти, важкі метали, залишки вибухових речовин та інші токсичні сполуки. Ці речовини здатні потрапляти у водні об'єкти через атмосферне перенесення, поверхневий стік або ґрунтові води, що становить загрозу для екосистеми озера та якості його води [32, с. 44].

Окрему увагу слід приділити впливу війни на стан Чорного моря, з яким історично пов'язане озеро Сасик. Забруднення морського середовища внаслідок воєнних дій, включаючи витіки пального, затоплення суден, руйнування портової інфраструктури та мінування акваторій, призводить до погіршення якості морської води. З огляду на те, що озеро Сасик у минулому було лиманом і потенційно може відновити зв'язок із морем, стан Чорного моря має безпосереднє значення для його екологічного майбутнього. Крім того, забруднені морські води можуть впливати на прибережні екосистеми через атмосферний перенос солей і аерозолів, що містять токсичні домішки.

Війна також опосередковано впливає на біорізноманіття. Порушення природоохоронного режиму, зменшення контролю за територіями природно-заповідного фонду, зростання браконьєрства та зниження ефективності екологічного моніторингу створюють додаткові ризики для флори і фауни. Особливо вразливими є водоплавні птахи та інші види, пов'язані з водно-болотними угіддями, які залежать від стабільності екосистем.

Крім того, зміни в господарській діяльності, спричинені воєнними умовами, можуть посилювати антропогенний тиск. Це проявляється у нераціональному використанні земель, порушенні технологій очищення стічних вод, збільшенні локальних джерел забруднення та відсутності належного екологічного контролю.

У довгостроковій перспективі такі процеси можуть призвести до погіршення гідрохімічного стану озера та зниження його екологічної стійкості.

Зокрема, порушення логістичних ланцюгів і зміни в господарській діяльності можуть призводити до нераціонального використання природних ресурсів. Крім того, існує ризик забруднення водних об'єктів продуктами військової діяльності, що становить потенційну загрозу для екосистеми озера [32, с. 44]. У довгостроковій перспективі це може вплинути на якість води, стан біоти та можливості відновлення природних процесів.

Проведений аналіз природних умов, біорізноманіття та антропогенного впливу на озеро Сасик дозволяє виокремити основні аспекти, що визначають сучасний стан цієї водойми.

Передусім, ключовим чинником є гідрологічна трансформація озера, яка відбулася внаслідок його ізоляції від Чорного моря та перетворення на водосховище. Це призвело до порушення природного водообміну, зміни солоності та формування нестійкого водного режиму. У результаті природна лиманна система втратила здатність до саморегуляції, що стало передумовою подальших екологічних проблем.

Другим важливим аспектом є кліматичні особливості регіону, зокрема посушливість, висока інсоляція та переважання випаровування над опадами. Ці фактори формують дефіцит водного балансу, що посилює залежність озера від штучного водопостачання та підвищує його вразливість до змін зовнішніх умов.

Суттєвий вплив має сільськогосподарська діяльність у басейні озера, яка є основним джерелом надходження біогенних речовин і агрохімікатів. Це спричиняє розвиток евтрофікаційних процесів, «цвітіння» води та погіршення її гідрохімічних характеристик. Додатковим негативним фактором є повернення дренажних вод із полів, що підвищує рівень мінералізації.

Важливим є також гідрохімічний стан водойми, який характеризується підвищеною мінералізацією та нестабільним складом води. Це обмежує можливості використання води для господарських потреб і негативно впливає на біоту.

Окрему групу становлять біотичні аспекти, зокрема зміни у видовому складі

флори і фауни. Незважаючи на збереження високого рівня біорізноманіття, екосистема озера перебуває у стані нестійкої рівноваги. Орнітофауна відіграє особливо важливу роль, оскільки озеро є частиною міжнародних міграційних шляхів птахів. Значний вплив має природно-заповідний фонд, який сприяє збереженню біорізноманіття та підтриманню екологічної рівноваги. Водночас ефективність природоохоронних заходів обмежується високим рівнем антропогенного навантаження.

Сучасним фактором впливу є війна в Україні, яка створює додаткові екологічні ризики. Вона впливає на функціонування водогосподарської інфраструктури, сприяє забрудненню довкілля та послаблює систему екологічного контролю. Окрім цього, забруднення Чорного моря внаслідок воєнних дій може мати опосередкований вплив на екосистему озера.

Інфографіка узагальнює основні фактори, що визначають сучасний стан озера Сасик. Як видно, екосистема формується під впливом комплексу природних (кліматичних і гідрологічних) та антропогенних чинників (сільське господарство, техногенне навантаження, наслідки війни). Взаємодія цих факторів призводить до зміни водного балансу, погіршення гідрохімічних характеристик і трансформації біорізноманіття (рис. 13).



Рисунок 13 – Інфографіка ключових природних та антропогенних факторів впливу на озеро Сасик

Таким чином, сучасний стан озера Сасик формується під впливом комплексу взаємопов'язаних чинників – природних і антропогенних. Найбільш визначальними серед них є гідрологічна трансформація, кліматичні умови, аграрне навантаження, погіршення гідрохімічного стану та сучасні техногенні впливи. Сукупність цих факторів обумовлює нестійкість екосистеми та потребує комплексного підходу до її відновлення і раціонального використання.

Екологічний стан озера Сасик формується під впливом комплексу природних і антропогенних факторів. До основних належать кліматичні умови (посушливість і висока випаровуваність), гідрологічна трансформація водойми (ізоляція від моря та регулювання стоку), сільськогосподарська діяльність (надходження добрив і пестицидів), погіршення гідрохімічного складу води та сучасні техногенні впливи, зокрема наслідки війни.

Сукупний вплив цих факторів призводить до негативних екологічних наслідків, серед яких основними є евтрофікація, підвищення мінералізації води, погіршення її якості, зниження біорізноманіття та порушення екологічної рівноваги.

Основними напрямками оптимізації екологічного стану озера є відновлення природного водообміну, зменшення надходження забруднюючих речовин, раціональне використання водних ресурсів, створення та розширення природоохоронних територій, а також впровадження систем екологічного моніторингу та контролю.

## РОЗДІЛ 2.

# ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМАТИВНОГО СТАНУ ТА УСУНЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

### 2.1. Заходи щодо зменшення впливу посушливості та високої випаровуваності

Посушливість клімату та висока інтенсивність випаровування є визначальними природними чинниками, що формують негативний водний баланс озера Сасик. У поєднанні з антропогенним навантаженням ці фактори призводять до зниження рівня води, підвищення мінералізації та деградації екосистеми (рис. 14). Тому ефективне управління водними ресурсами потребує впровадження комплексу природоохоронних і адаптаційних заходів [33, с. 58].

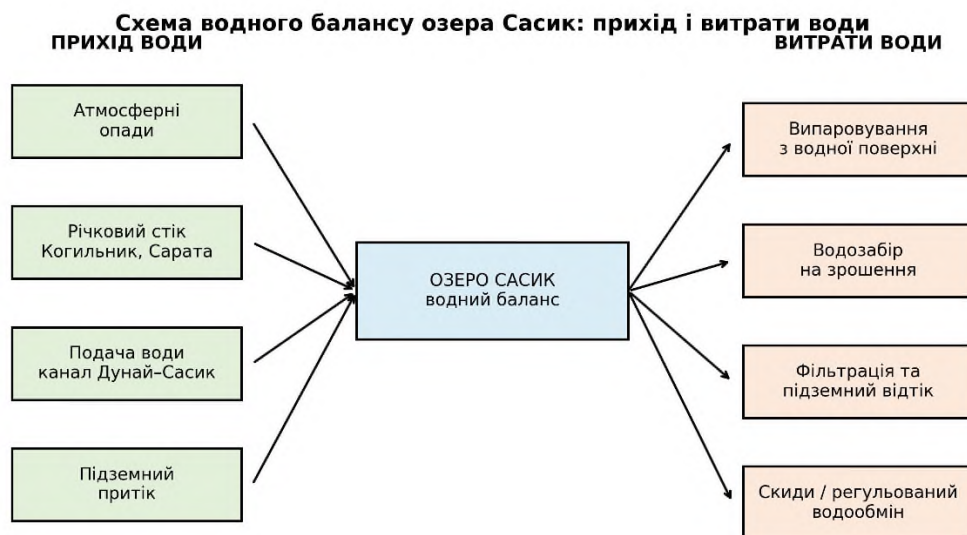


Рис. 14 – Схема водного балансу озера Сасик

Одним із ключових напрямів покращення екологічного стану озера Сасик є **оптимізація його водного режиму**, яка передбачає науково обґрунтоване регулювання подачі води через канал Дунай-Сасик з урахуванням сезонної та міжрічної мінливості кліматичних умов. Такий підхід має базуватися на принципах адаптивного управління водними ресурсами, що дозволяє враховувати як гідрологічні, так і метеорологічні фактори.

Особливо важливим є забезпечення достатнього рівня води у літній період,

коли під впливом високих температур і активної інсоляції інтенсивність випаровування досягає максимальних значень. У цей час дефіцит води може призводити до значного підвищення мінералізації, погіршення якості води та посилення евтрофікаційних процесів. Підтримання оптимального рівня води дозволяє не лише зменшити концентрацію розчинених солей, але й забезпечити стабільність гідрохімічних показників, що є критично важливим для функціонування екосистеми озера [34, с. 112].

Важливим аспектом оптимізації водного режиму є також урахування природного водного балансу, який включає надходження води з річок, атмосферні опади, підземний стік та втрати на випаровування. Регулювання подачі води має здійснюватися таким чином, щоб компенсувати дефіцит вологи без порушення екологічної рівноваги. Надмірне надходження води може призводити до застійних явищ і накопичення органічних речовин, тоді як її нестача – до деградації водної екосистеми.

Окрім кількісного регулювання, важливим є контроль якості води, що надходить через канал. Вода з Дунайської системи повинна відповідати екологічним вимогам, оскільки її склад безпосередньо впливає на гідрохімічний режим озера. У цьому контексті необхідним є впровадження систем попереднього очищення та постійного моніторингу якості води.

Додатково доцільним є застосування гідротехнічних заходів, спрямованих на рівномірний розподіл води в межах водойми. Це дозволить уникнути локальних зон із підвищеною мінералізацією або застійними процесами. Такі заходи можуть включати модернізацію існуючих гідротехнічних споруд, удосконалення системи водорозподілу та регулювання течій у межах озера.

Перспективним і стратегічно важливим заходом є **часткове відновлення природного водообміну озера Сасик з Чорним морем**, що може суттєво вплинути на стабілізацію його гідрологічного та гідрохімічного режиму. У природному стані Сасик функціонував як лиман із періодичним обміном води з морем, що забезпечувало динамічну рівновагу між надходженням і втратою води, а також підтримувало оптимальний рівень солоності та самоочисні процеси.

Ізоляція озера від моря призвела до порушення цього балансу, що

спричинило накопичення біогенних речовин, погіршення якості води та розвиток евтрофікаційних процесів. Відновлення хоча б часткового водообміну дозволить активізувати природні механізми оновлення водних мас, сприятиме виносу надлишкових солей і органічних сполук та покращенню кисневого режиму водойми.

За даними досліджень, навіть обмежений або регульований водообмін здатний позитивно впливати на екологічний стан лиманних систем. Він забезпечує розбавлення забруднюючих речовин, зменшення концентрації біогенних елементів і, як наслідок, зниження інтенсивності «цвітіння» води [35, с. 76]. Крім того, надходження морської води сприяє формуванню більш стабільного і різноманітного біоценозу, оскільки створює умови для існування видів, адаптованих до слабосолоних середовищ.

Разом із тим, реалізація цього заходу потребує комплексного наукового обґрунтування. Необхідно враховувати можливі ризики, зокрема різкі зміни солоності, які можуть негативно вплинути на існуючі екосистеми, а також потенційне надходження забруднюючих речовин із морської акваторії. Особливо актуальним є цей аспект в умовах сучасного забруднення Чорного моря, пов'язаного з антропогенними та воєнними факторами.

Після відкриття каналу та часткового відновлення водообміну між озером Сасик і Чорним морем очікуються такі основні зміни:

- гідрологічний режим: стабілізація рівня води, зменшення застійних явищ, покращення циркуляції водних мас.
- солоність води: підвищення солоності до природного для лиманів рівня, що сприятиме формуванню більш стабільного гідрохімічного балансу.
- якість води: зниження концентрації забруднюючих речовин за рахунок розбавлення та виносу надлишкових сполук.
- евтрофікація: зменшення інтенсивності «цвітіння» води внаслідок покращення водообміну та зниження концентрації біогенних елементів.
- кисневий режим: покращення аерації води, зниження ризику гіпоксії та загибелі гідробіонтів.
- біорізноманіття: зміна видового складу у бік солонуватоводних видів,

підвищення стійкості екосистеми.

– орнітофауна: покращення умов для водоплавних птахів за рахунок відновлення природних біотопів.

Ризики: можливе надходження забруднень із Чорного моря, різкі коливання солоності та необхідність контролю водообміну.

Технічна реалізація відновлення водообміну може передбачати створення регульованих каналів або шлюзових систем, які дозволять контролювати обсяги та періодичність надходження морської води. Такий підхід забезпечить можливість адаптивного управління водним режимом озера залежно від гідрологічних і кліматичних умов.

Важливу роль у зменшенні негативного впливу посушливості та високої випаровуваності відіграє **створення прибережних буферних зон із природною рослинністю**, зокрема очеретяних, лучних і болотних угруповань. Такі зони формують своєрідний перехідний бар'єр між водною екосистемою та прилеглими сільськогосподарськими територіями, виконуючи комплекс важливих екологічних функцій (табл. 4).

Передусім, рослинність прибережної смуги сприяє затриманню вологи та зменшенню інтенсивності випаровування. Завдяки зниженню швидкості вітру над поверхнею води, створенню тіньового ефекту та формуванню локального мікроклімату відбувається зменшення втрат води, що особливо важливо в умовах степового клімату. Очеретяні зарості діють як природний бар'єр, який уповільнює рух повітряних мас і зменшує турбулентний обмін між водною поверхнею та атмосферою.

Крім того, прибережні буферні зони виконують функцію природних фільтрів, затримуючи та трансформуючи забруднюючі речовини, що надходять із водозбірної території. Рослини активно поглинають сполуки азоту та фосфору, знижуючи їх концентрацію у воді та обмежуючи розвиток евтрофікаційних процесів. У ґрунтово-рослинному шарі відбувається осадження завислих частинок, біологічна трансформація органічних речовин і часткова детоксикація пестицидів [36, с. 91].

Не менш важливою є протидія ерозійним процесам. Коренева система

прибережної рослинності укріплює ґрунти, запобігає розмиву берегів і зменшує надходження твердого стоку у водойму. Це сприяє збереженню прозорості води та стабільності берегової лінії.

Таблиця 3 – Вплив прибережних буферних зон на екологічний стан озера Сасик

Показник	Без буферної зони	З буферною зоною
Випаровування	Високе через відкриту водну поверхню та дію вітру	Знижене завдяки вітрозахисту та затіненню
Швидкість вітру над водою	Висока	Зменшена
Надходження біогенних речовин	Інтенсивне (азот, фосфор із полів)	Значно зменшене за рахунок фільтрації
Якість води	Погіршена, високий рівень забруднення	Покращена, зниження концентрації домішок
Евтрофікація	Активна («цвітіння» води)	Обмежена
Мутність води	Висока через ерозію і стік	Знижена
Стан берегів	Розмив, ерозія	Стабілізовані ґрунти
Біорізноманіття	Обмежене	Високе, формування біотопів
Орнітофауна	Менше місць гніздування	Сприятливі умови для птахів

Порівняльний аналіз свідчить, що наявність прибережних буферних зон суттєво покращує екологічний стан озера Сасик. Вони знижують інтенсивність випаровування, обмежують надходження забруднюючих речовин і сприяють стабілізації гідрологічних та біологічних процесів.

Прибережні зони також відіграють значну роль у підтриманні біорізноманіття, створюючи середовище існування для багатьох видів рослин і тварин. Вони є місцем гніздування птахів, нересту риб та існування безхребетних

організмів, що формують основу трофічних ланцюгів. Таким чином, їх відновлення сприяє не лише покращенню гідрохімічного стану, але й стабілізації біологічних процесів у водоймі.

Ефективність буферних зон значною мірою залежить від їх ширини, структури та видового складу рослинності. Наукові дослідження показують, що для досягнення оптимального фільтраційного ефекту ширина таких зон повинна становити не менше 20 – 50 м, залежно від рельєфу та інтенсивності господарського використання території. Важливим є також збереження природної структури рослинності без надмірного втручання людини.

Ефективним напрямом є впровадження **агролісомеліоративних заходів**, таких як створення захисних лісосмуг у межах водозбірного басейну. Лісосмуги сприяють формуванню сприятливого мікроклімату, зменшенню дефляції ґрунтів і втрат вологи, що є особливо актуальним для степових регіонів [37, с. 101–108].

Значний потенціал має **раціоналізація водокористування в сільському господарстві**, зокрема впровадження водозберігаючих технологій зрошення. Використання крапельного зрошення, оптимізація норм поливу та застосування сучасних систем управління водними ресурсами дозволяють суттєво зменшити втрати води та знизити навантаження на озеро [38, с. 65].

Не менш важливим є **впровадження систем екологічного моніторингу**, які забезпечують регулярне спостереження за рівнем води, температурою, мінералізацією та іншими параметрами. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни кліматичних і гідрологічних умов та підвищує ефективність управлінських рішень [39, с. 48].

У контексті глобальних кліматичних змін актуальним є застосування **адаптаційних стратегій управління водними ресурсами**, спрямованих на підвищення стійкості екосистеми до посух і температурних екстремумів. До таких заходів належить інтегроване управління водними ресурсами, що передбачає врахування взаємозв'язку між природними та господарськими системами [40, с. 102].

Таким чином, зменшення впливу посушливості та випаровуваності на озеро Сасик можливе лише за умови комплексного підходу, який поєднує гідротехнічні,

екологічні та управлінські заходи. Їх реалізація сприятиме стабілізації водного балансу, покращенню якості води та збереженню екосистеми водойми (табл. 4).

Таблиця 4 – Природоохоронні заходи щодо зменшення впливу посушливості та випаровуваності

Захід	Очікуваний ефект	Термін реалізації
Регулювання подачі води через канал Дунай–Сасик	Стабілізація рівня води, зменшення мінералізації	Короткостроковий (1–2 роки)
Часткове відновлення водообміну з Чорним морем	Покращення гідрологічного режиму, зниження евтрофікації	Середньостроковий (3–5 років)
Створення прибережних буферних зон (очерет, луки)	Зменшення випаровування, фільтрація забруднень	Середньостроковий (2–4 роки)
Створення лісосмуг у басейні озера	Зниження швидкості вітру, покращення мікроклімату	Довгостроковий (5–10 років)
Впровадження водозберігаючих технологій зрошення	Зменшення водоспоживання, зниження навантаження на озеро	Коротко-/середньостроковий (1–3 роки)
Контроль використання добрив і пестицидів	Зменшення евтрофікації та забруднення	Короткостроковий (1–2 роки)
Впровадження екологічного моніторингу	Своєчасне реагування на зміни стану водойми	Постійний
Розробка регіональних програм адаптації до клімату	Підвищення стійкості екосистеми	Довгостроковий (5+ років)

У разі комплексного впровадження запропонованих природоохоронних заходів екологічний стан озера Сасик може поступово стабілізуватися. Насамперед очікується покращення водного балансу за рахунок регулювання подачі води, зменшення втрат на випаровування та впровадження водозберігаючих технологій

у сільському господарстві. Це дозволить знизити сезонні коливання рівня води та частково зменшити концентрацію солей у водоймі.

У короткостроковій перспективі, протягом 1 – 2 років, найбільш помітними можуть бути результати від посилення екологічного моніторингу, контролю за використанням добрив і пестицидів та оптимізації водокористування. Це сприятиме зменшенню надходження біогенних речовин, що, у свою чергу, може знизити інтенсивність «цвітіння» води та покращити її прозорість.

У середньостроковій перспективі, протягом 3 – 5 років, створення прибережних буферних зон і часткове відновлення водообміну можуть позитивно вплинути на гідрохімічний режим озера. Очікується зниження рівня евтрофікації, стабілізація кисневого режиму та поступове відновлення прибережних біотопів. Це створить сприятливіші умови для риб, водної рослинності та водоплавних птахів.

У довгостроковій перспективі, протягом 5 – 10 років, агролісомеліоративні заходи, розвиток природоохоронних територій і системне управління водними ресурсами можуть забезпечити підвищення екологічної стійкості озера. За умови постійного контролю та дотримання природоохоронного режиму можливе поступове збільшення біорізноманіття, покращення стану орнітофауни та зменшення деградаційних процесів.

Водночас прогноз залежить від стабільності кліматичних умов, ефективності управління водними ресурсами та рівня антропогенного навантаження. Якщо заходи будуть реалізовані частково або без належного контролю, позитивний ефект може бути обмеженим. Тому відновлення озера Сасик потребує не окремих дій, а довгострокової програми екологічного управління.

## **2.2. Природоохоронні заходи щодо зменшення впливу сільськогосподарської діяльності та покращення гідрохімічного складу води**

Сільськогосподарська діяльність є одним із головних джерел дифузного забруднення водних об'єктів, оскільки разом із поверхневим стоком у водойми надходять сполуки азоту, фосфору, залишки пестицидів, органічні речовини та завислі частинки ґрунту. У Водній стратегії України до 2050 року прямо зазначено, що неналежна сільськогосподарська діяльність є одним із головних джерел

дифузного забруднення водних об'єктів, оскільки разом із поверхневим стоком у водойми надходять сполуки азоту, фосфору, залишки пестицидів, органічні речовини та завислі частинки ґрунту. Використання агрохімікатів призводить до значного погіршення якості води та посилення евтрофікаційних процесів [41, с. 18–20].

Першочерговим заходом має бути створення **прибережних захисних смуг і буферних зон навколо озера та вздовж річок Когильник і Сарата**. Такі зони повинні складатися з природної трав'яної, лучної та очеретяної рослинності, яка затримує поверхневий стік, зменшує ерозію ґрунтів і перехоплює частину біогенних речовин до їх потрапляння у водойму. FAO зазначає, що прибережні буферні смуги та штучні водно-болотні угіддя є ефективними способами зменшення надходження забруднювачів у поверхневі води. Дослідження показують, що буферні смуги та водно-болотні угіддя є ефективним засобом зниження аграрного забруднення вод [42, с. 37–39].

Другим важливим напрямом є **оптимізація використання мінеральних добрив**. Для цього необхідно перейти від внесення добрив “за нормою господарства” до внесення на основі агрохімічного аналізу ґрунтів. Такий підхід дозволяє зменшити надлишкове внесення азоту й фосфору, які є головними чинниками евтрофікації водойм. Практично це означає регулярний контроль вмісту поживних речовин у ґрунті, складання карт родючості полів і внесення добрив лише в тих обсягах, які реально потрібні культурам. Зменшення надходження азоту та фосфору є ключовим фактором боротьби з евтрофікацією водойм [43, с. 45–47].

Важливим заходом є **впровадження інтегрованого захисту рослин**, який передбачає зменшення залежності від хімічних пестицидів. Пестициди доцільно застосовувати лише після оцінки фактичного рівня поширення шкідників, а не профілактично. Пріоритет слід надавати агротехнічним, біологічним і механічним методам захисту рослин. Це дозволить зменшити надходження токсичних речовин у воду та донні відклади [42, с. 41–43].

Окремо слід **передбачити контроль дренажних і зворотних вод** із меліоративних систем. Перед скиданням у природні водотоки вони мають проходити через відстійники, біоплато або штучні водно-болотні фільтри. Такі

системи здатні знижувати вміст завислих речовин, біогенних елементів і частини агрохімікатів. Це особливо важливо для озера Сасик, оскільки його гідрохімічний режим уже характеризується підвищеною мінералізацією та нестабільною якістю води. Для зменшення надходження фосфору доцільно впроваджувати протиерозійні заходи, зокрема контурне землеробство, мінімальний обробіток ґрунту та залуження схилів. Оскільки фосфор переноситься переважно з ґрунтовими частинками, боротьба з ерозією безпосередньо знижує рівень його надходження у водойми [43, с. 61–63]. OECD підкреслює, що евтрофікація є одним із найпоширеніших наслідків дифузного сільськогосподарського забруднення, а її основною причиною є надлишок поживних речовин зі стоку.

Необхідним є також створення системи постійного **гідрохімічного моніторингу**. До програми спостережень доцільно включити контроль мінералізації, електропровідності, вмісту нітратів, амонійного азоту, фосфатів, залишків пестицидів, розчиненого кисню, біохімічного споживання кисню та прозорості води. Такий моніторинг дозволить виявляти періоди погіршення якості води та своєчасно коригувати водогосподарські рішення [41, с. 24–26].

Для покращення гідрохімічного складу води доцільно впровадити регламент аграрної діяльності у водозбірному басейні озера. Він має включати заборону внесення добрив і пестицидів перед сильними опадами, обмеження обробки полів поблизу водотоків, контроль місць зберігання агрохімікатів і створення санітарно-захисних зон. Подібні підходи відповідають європейській практиці, зокрема Нітратній директиві ЄС, метою якої є захист поверхневих і підземних вод від забруднення нітратами сільськогосподарського походження [44, с. 2–4].

Отже, боротьба з аграрним забрудненням озера Сасик має базуватися не на одному заході, а на комплексній системі: буферні смуги, раціональне внесення добрив, обмеження пестицидів, очищення дренажних вод, протиерозійні заходи та постійний моніторинг. Саме поєднання цих дій дозволить зменшити надходження біогенних речовин, уповільнити евтрофікацію та стабілізувати гідрохімічний стан водойми (табл. 5).

У разі впровадження комплексу природоохоронних заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу сільськогосподарської діяльності, очікується

поступове покращення екологічного стану озера Сасик. Характер і темпи цих змін залежать від повноти реалізації заходів, рівня контролю та кліматичних умов.

Таблиця 5 – Природоохоронні заходи щодо зменшення аграрного впливу та покращення гідрохімічного стану озера Сасик

Захід	Очікуваний ефект	Термін реалізації	Прогноз змін
Створення прибережних буферних зон	Зменшення надходження біогенних речовин, зниження випаровування	2–4 роки	Покращення якості води, зниження мутності
Оптимізація внесення добрив	Зменшення надлишку азоту і фосфору	1–2 роки	Зниження рівня евтрофікації
Обмеження використання пестицидів	Зменшення токсичного забруднення	1–3 роки	Покращення стану біоти
Впровадження інтегрованого захисту рослин	Скорочення хімічного навантаження	2–3 роки	Поступове відновлення екосистеми
Очищення дренажних вод	Зниження надходження забруднюючих речовин	2–5 років	Стабілізація гідрохімічного режиму
Протиерозійні заходи	Зменшення надходження фосфору та ґрунтових частинок	3–5 років	Підвищення прозорості води
Гідрохімічний моніторинг	Своєчасне виявлення змін	Постійний	Контроль і попередження деградації
Регламент аграрної діяльності	Зменшення антропогенного навантаження	1–3 роки	Загальне покращення стану озера

У короткостроковій перспективі (1–2 роки) найбільш помітні зміни пов'язані зі зменшенням надходження забруднюючих речовин. Завдяки оптимізації внесення

добрив, обмеженню використання пестицидів та впровадженню регламентів аграрної діяльності очікується зниження концентрації біогенних елементів у воді. Це призведе до зменшення інтенсивності «цвітіння» води, покращення її прозорості та часткового відновлення кисневого режиму.

У середньостроковій перспективі (3–5 років) ефект від створення буферних зон, очищення дренажних вод і впровадження протиерозійних заходів стане більш відчутним. Очікується стабілізація гідрохімічного складу води, зниження рівня евтрофікації та поступове відновлення природних біотопів. У цей період можливе покращення умов існування водних організмів, збільшення чисельності риб і водоплавних птахів, а також підвищення загальної екологічної стійкості водойми.

У довгостроковій перспективі (5–10 років) за умови системного впровадження заходів прогнозується формування відносно стабільної екосистеми. Зменшення антропогенного навантаження сприятиме відновленню біорізноманіття, покращенню якості води та зниженню рівня мінералізації. Озеро поступово набуде більш природного функціонального стану, характерного для водно-болотних угідь лиманного типу.

Разом із тим, ефективність реалізації прогнозованих змін значною мірою залежить від зовнішніх факторів, зокрема кліматичних умов, рівня водозабезпечення та стану водогосподарської інфраструктури. У випадку недостатнього контролю або часткового впровадження заходів позитивний ефект може бути обмеженим або тимчасовим.

Важливим елементом є впровадження системи гідрохімічного моніторингу, що передбачає регулярний контроль вмісту біогенних речовин, пестицидів і мінералізації води. Це дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни та коригувати природоохоронні заходи.

Додатково необхідно впровадити регламент аграрної діяльності у водозбірному басейні озера, що передбачає обмеження внесення добрив перед опадами, контроль зберігання агрохімікатів і створення санітарно-захисних зон.

Для оцінки можливих змін екологічного стану озера Сасик доцільно розглянути три основні сценарії розвитку: оптимістичний, реалістичний та

негативний. Вони враховують ступінь реалізації природоохоронних заходів, рівень антропогенного навантаження та вплив кліматичних факторів (табл. 6).

#### 1. Заходи щодо зменшення посушливості та випаровуваності

У межах оптимістичного сценарію передбачається повна реалізація комплексу заходів, включаючи регулювання водного режиму, часткове відновлення водообміну з Чорним морем, створення буферних зон і агролісомеліорацію. У таких умовах очікується стабілізація рівня води, зниження випаровування та покращення гідрохімічного складу. Озеро набуває рис стабільної водно-болотної екосистеми з підвищеною стійкістю до кліматичних змін.

Реалістичний сценарій передбачає часткове впровадження заходів, зокрема регулювання подачі води та створення окремих буферних зон. У цьому випадку спостерігається часткова стабілізація водного балансу, однак вплив посушливості залишається суттєвим. Екосистема зберігає ознаки нестійкості, але темпи деградації знижуються.

У межах негативного сценарію заходи не впроваджуються або реалізуються фрагментарно. У поєднанні з кліматичними змінами це призводить до посилення випаровування, зниження рівня води, зростання мінералізації та подальшої деградації водойми.

#### 2. Заходи щодо зменшення аграрного впливу та покращення гідрохімічного стану

В умовах оптимістичного сценарію впроваджується комплекс заходів: буферні зони, раціональне внесення добрив, обмеження пестицидів, очищення дренажних вод і системний моніторинг. Це призводить до значного зменшення надходження біогенних речовин, стабілізації гідрохімічного режиму та поступового відновлення біорізноманіття. Евтрофікаційні процеси суттєво знижуються.

Реалістичний сценарій передбачає часткове виконання заходів, наприклад оптимізацію добрив і впровадження окремих природоохоронних практик. У цьому випадку спостерігається зменшення забруднення, але воно залишається на помірному рівні. Якість води покращується, проте екосистема не досягає стабільного стану.

За негативного сценарію аграрне навантаження зберігається або зростає. Надходження біогенних речовин і пестицидів посилюється, що призводить до інтенсивної евтрофікації, погіршення кисневого режиму та зниження біорізноманіття. Вода стає непридатною для більшості видів господарського використання.

Таблиця 6 – Сценарії змін екологічного стану озера Сасик залежно від реалізації природоохоронних заходів

Напрямок впливу	Оптимістичний сценарій	Реалістичний сценарій	Негативний сценарій
Водний баланс (посушливість, випаровування)	Стабілізація рівня води, зниження випаровування	Часткова стабілізація, залежність від клімату	Зниження рівня води, посилення висихання
Солоність і мінералізація	Нормалізація показників	Незначне зниження	Зростання мінералізації
Якість води	Значне покращення	Помірне покращення	Подальше погіршення
Евтрофікація	Суттєве зниження	Часткове зменшення	Інтенсивне «цвітіння» води
Аграрне забруднення	Значно зменшене	Частково зменшене	Високий рівень забруднення
Біорізноманіття	Відновлення і зростання	Часткове відновлення	Зниження
Орнітофауна	Стабільні популяції, покращення умов	Незначне покращення	Скорочення чисельності
Екологічний стан озера	Стабільна екосистема	Нестійкий, але контрольований стан	Деградація екосистеми

Узагальнення сценаріїв: порівняння сценаріїв свідчить, що екологічний стан озера Сасик має високу залежність від рівня управління природними ресурсами.

Лише комплексне впровадження природоохоронних заходів дозволяє перейти до стабілізації та відновлення екосистеми. Часткові заходи забезпечують лише тимчасове покращення, тоді як їх відсутність призводить до подальшої деградації.

## РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 3.1. Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих факторів

Під час виконання науково-дослідних робіт, пов'язаних із дослідженням екологічного стану озера Сасик, працівники можуть зазнавати впливу різноманітних небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Такі фактори виникають як під час польових досліджень, так і при роботі в офісних та лабораторних умовах.

До основних фізичних факторів належать несприятливі метеорологічні умови, підвищена або знижена температура повітря, вплив сонячної радіації, підвищена вологість, сильний вітер, шум та вібрація. Під час польових робіт на території озера Сасик працівники можуть перебувати під тривалим впливом прямих сонячних променів, що створює ризик перегрівання організму, теплового удару та зневоднення [46, с. 35–37].

Важливими шкідливими факторами є також біологічні чинники. У прибережних та заболочених зонах можливий контакт із мікроорганізмами, комахами, кліщами та іншими біологічними агентами, які можуть бути переносниками інфекційних захворювань.

До хімічних факторів належать можливі контакти із забрудненими водами, агрохімікатами, пестицидами та іншими токсичними речовинами, що надходять у водойму внаслідок сільськогосподарської діяльності. Вдихання пилу, аерозолів і парів хімічних речовин може негативно впливати на органи дихання та загальний стан здоров'я працівників [46, с. 35–37].

Під час роботи в лабораторних умовах основними небезпечними факторами є тривале перебування за комп'ютером, статичне навантаження, недостатня рухова активність, напруження зору, електромагнітне випромінювання та психоемоційне навантаження [46, с. 35–37].

### 3.2. Вимоги до охорони праці при організації робочого місця працівника

Організація робочого місця працівника повинна відповідати вимогам

чинного законодавства України у сфері охорони праці та санітарних норм. Робоче місце має бути обладнане таким чином, щоб забезпечувати безпечні та комфортні умови праці, зменшувати фізичне та психоемоційне навантаження на працівника [47, с. 42–44]..

Під час роботи з персональним комп'ютером важливе значення має правильне розташування обладнання. Монітор повинен розташовуватися на відстані 60 – 70 см від очей користувача, а верхній край екрана – на рівні очей або трохи нижче [47, с. 42–44]. Клавіатура та миша повинні знаходитися на зручній висоті для забезпечення природного положення рук.

Робочий стіл і крісло повинні бути ергономічними та регульованими за висотою. Спинка крісла має підтримувати поперековий відділ хребта, а ноги працівника повинні вільно розміщуватися на підлозі або спеціальній підставці.

Під час польових досліджень необхідно використовувати спеціальний одяг, головні убори, засоби захисту від сонця та комах. Працівники повинні бути забезпечені питною водою, аптечками першої допомоги та засобами зв'язку [47, с. 42–44].

Для зменшення втоми під час роботи за комп'ютером необхідно дотримуватися режиму праці та відпочинку. Після кожної години роботи рекомендується робити перерви тривалістю 10 – 15 хвилин.

### **3.3. Забезпечення нормативних значень показників мікроклімату і чистоти повітря**

Мікроклімат виробничих приміщень є одним із найважливіших факторів, що впливають на працездатність і стан здоров'я працівників. Оптимальні параметри мікроклімату забезпечують комфортні умови праці та сприяють зниженню втомлюваності [48, с. 18–20].

До основних показників мікроклімату належать температура повітря, відносна вологість, швидкість руху повітря та рівень теплового випромінювання. Для офісних приміщень оптимальна температура повітря повинна становити 20 – 24 °С, відносна вологість – 40 – 60 %, а швидкість руху повітря – не більше 0,1 – 0,2 м/с [48, с. 18–20].

Для підтримання нормативних параметрів мікроклімату необхідно використовувати системи вентиляції та кондиціонування повітря. Приміщення повинні регулярно провітрюватися, а системи вентиляції – проходити своєчасне технічне обслуговування.

Особливу увагу слід приділяти чистоті повітря. У виробничих та офісних приміщеннях необхідно контролювати рівень пилу, вміст шкідливих газів і мікроорганізмів. Регулярне вологе прибирання та використання очищувачів повітря сприяють покращенню санітарного стану приміщень.

Під час польових досліджень важливо забезпечити працівників засобами індивідуального захисту органів дихання у разі роботи в умовах підвищеної запиленості або наявності хімічних забруднювачів.

### **3.4. Освітлення робочого місця, заходи і засоби для забезпечення нормованих показників освітлення**

Раціональне освітлення робочих місць є важливим фактором забезпечення безпечних умов праці та збереження здоров'я працівників. Недостатнє або надмірне освітлення може призводити до швидкої втоми, погіршення зору та зниження працездатності [49, с. 51–53].

Освітлення поділяється на природне та штучне. Найбільш сприятливим є природне освітлення, яке повинно максимально використовуватися в робочих приміщеннях. Для цього робочі місця доцільно розташовувати поблизу вікон.

Штучне освітлення повинно забезпечувати рівномірний розподіл світла без різких тіней і відблисків. Для офісних приміщень нормативне значення освітленості при роботі з комп'ютером становить 300 – 500 лк [49, с. 51–53].

Для забезпечення нормованих показників освітлення використовуються світлодіодні світильники, які характеризуються низьким енергоспоживанням та високою ефективністю. Важливо також контролювати чистоту світильників і вікон, оскільки забруднення значно знижують рівень освітленості.

У польових умовах роботи можуть виконуватися за природного освітлення або із застосуванням переносних освітлювальних приладів.

### **3.5. Заходи і засоби для забезпечення нормованих значень шуму та вібрації**

Шум і вібрація є шкідливими виробничими факторами, які можуть негативно впливати на нервову систему, органи слуху та загальний стан здоров'я працівників [50, с. 26–28].

В офісних приміщеннях основними джерелами шуму є комп'ютерна техніка, системи вентиляції, кондиціонери та інше обладнання. Допустимий рівень шуму для приміщень з персональними комп'ютерами не повинен перевищувати 50 дБ [50, с. 26–28].

Для зниження рівня шуму необхідно використовувати сучасне малошумне обладнання, шумоізоляційні матеріали та регулярно проводити технічне обслуговування техніки.

Вібрація може виникати під час використання транспортних засобів і механізмів у польових умовах. Для її зменшення застосовуються амортизаційні системи, спеціальні сидіння та обмеження часу перебування працівників під впливом вібрації [50, с. 26–28].

Важливим заходом є також дотримання режиму праці та відпочинку, що дозволяє зменшити негативний вплив шуму і вібрації на організм.

### **3.6. Забезпечення необхідного санітарного стану виробництва**

Санітарний стан виробничих приміщень має важливе значення для забезпечення безпечних умов праці та профілактики професійних захворювань [51, с. 73–75].

Приміщення повинні регулярно прибиратися, провітрюватися та дезінфікуватися. Особливу увагу слід приділяти підтриманню чистоти робочих поверхонь, обладнання та систем вентиляції.

У виробничих і офісних приміщеннях необхідно забезпечити наявність санітарно-побутових приміщень, питної води, засобів особистої гігієни та аптечок першої допомоги [51, с. 73–75].

Під час польових досліджень працівники повинні бути забезпечені умовами для дотримання особистої гігієни та захисту від несприятливих погодних умов.

Регулярне проведення санітарно-гігієнічного контролю дозволяє своєчасно виявляти порушення та забезпечувати відповідність умов праці нормативним вимогам [51, с. 73–75].

### **3.7. Заходи і засоби для захисту працюючих від ураження електричним струмом**

Електробезпека є важливою складовою системи охорони праці. Основними причинами ураження електричним струмом є пошкодження ізоляції, неправильна експлуатація обладнання та недотримання правил безпеки [52, с. 14–16].

Для захисту працівників необхідно використовувати справне електрообладнання, яке відповідає вимогам нормативних документів. Усі електроприлади повинні бути заземлені та обладнані захисними автоматичними вимикачами.

Забороняється використовувати пошкоджені кабелі, розетки та подовжувачі. Роботи з електрообладнанням повинні виконуватися лише навченими працівниками.

У приміщеннях необхідно проводити регулярний контроль стану електромереж, перевірку ізоляції та заземлення. Працівники повинні проходити інструктаж з електробезпеки [52, с. 14–16].

Під час польових робіт особливу увагу слід приділяти використанню переносного електрообладнання та захисту від атмосферної електрики.

### **3.8. Забезпечення пожежовибухобезпеки**

Забезпечення пожежної безпеки є одним із найважливіших напрямів охорони праці. Причинами виникнення пожеж можуть бути несправність електрообладнання, коротке замикання, необережне поводження з вогнем та порушення правил експлуатації техніки [53, с. 88–91].

Для забезпечення пожежовибухобезпеки необхідно дотримуватися вимог пожежної безпеки, проводити регулярні інструктажі та навчання працівників.

Приміщення повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння – вогнегасниками, пожежними щитами та системами оповіщення про пожежу.

Евакуаційні виходи повинні бути вільними та позначеними відповідними знаками [53, с. 88–91].

Електромережі та обладнання повинні проходити регулярний технічний огляд. Забороняється перевантаження електромереж та використання несправного обладнання.

У разі виникнення пожежі працівники повинні негайно повідомити відповідні служби, організувати евакуацію людей та вжити заходів щодо ліквідації загоряння первинними засобами пожежогасіння [53, с. 88–91].

## РОЗДІЛ 4. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Цивільний захист є важливою складовою системи безпеки населення та територій, спрямованою на запобігання надзвичайним ситуаціям, захист життя і здоров'я людей, матеріальних цінностей та навколишнього природного середовища. Для території озера Сасик питання цивільного захисту мають особливе значення у зв'язку з наявністю природних, техногенних та воєнних ризиків, які можуть негативно впливати як на населення, так і на екосистему водойми.

Основними загрозами для регіону є небезпечні метеорологічні явища, підтоплення, пожежі в природних екосистемах, забруднення водних ресурсів, аварії на гідротехнічних спорудах, а також наслідки воєнних дій. В умовах сучасної військової агресії особливу небезпеку становлять руйнування інфраструктури, забруднення територій нафтопродуктами, хімічними речовинами та вибухонебезпечними предметами [54, с. 24–26].

Система цивільного захисту повинна забезпечувати своєчасне виявлення загроз, оперативне інформування населення та організацію заходів реагування на надзвичайні ситуації. Важливим елементом є функціонування систем оповіщення, які дозволяють швидко передавати інформацію про небезпеку та необхідні дії населення [55, с. 31–33].

Одним із ключових напрямів цивільного захисту є забезпечення безпеки населення під час надзвичайних ситуацій природного характеру. Для території озера Сасик характерними є посушливі періоди, сильні вітри, пилові бурі та підвищена пожежна небезпека в літній період. У зв'язку з цим необхідно здійснювати постійний моніторинг погодних умов, рівня пожежної небезпеки та стану гідротехнічних споруд.

Особливу увагу необхідно приділяти захисту водних ресурсів від забруднення. У разі аварій або руйнування інфраструктури існує ризик потрапляння у водойму нафтопродуктів, агрохімікатів та інших токсичних речовин. Для запобігання таким ситуаціям необхідно створювати резерви

сорбентів, засобів локалізації розливів та аварійно-рятувального обладнання [56, с. 44–46]. У системі цивільного захисту важливе місце займає підготовка населення та працівників до дій у надзвичайних ситуаціях. Працівники повинні проходити інструктажі та навчання щодо правил евакуації, користування засобами індивідуального захисту, надання першої медичної допомоги та поведінки під час пожеж, хімічного забруднення або воєнної небезпеки [57, с. 51–53].

У сучасних умовах важливим напрямом є також забезпечення радіаційного та хімічного захисту населення. Хоча територія озера Сасик не належить до зон підвищеного радіаційного ризику, потенційна небезпека може виникати внаслідок техногенних аварій або воєнних дій. Тому необхідно здійснювати контроль стану довкілля, якості води та повітря, а також забезпечувати готовність систем моніторингу [58, с. 17–19].

Важливим елементом цивільного захисту є забезпечення евакуаційних заходів. У разі виникнення надзвичайної ситуації повинні бути визначені маршрути евакуації, місця тимчасового розміщення населення та порядок взаємодії служб цивільного захисту. Особлива увага приділяється евакуації населення із прибережних зон та територій, які можуть зазнати підтоплення або забруднення.

Для забезпечення ефективного цивільного захисту необхідно проводити комплекс профілактичних заходів, спрямованих на зменшення ризику виникнення надзвичайних ситуацій. До них належать контроль технічного стану гідротехнічних споруд, моніторинг екологічного стану озера, дотримання правил пожежної безпеки та контроль використання небезпечних речовин.

## РОЗДІЛ 5.

### ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ

Одним із перспективних природоохоронних заходів для покращення екологічного стану озера Сасик є створення прибережних буферних зон із природною рослинністю. Такі зони виконують функцію природного бар'єра між сільськогосподарськими угіддями та водоймою, зменшуючи надходження біогенних речовин, завислих частинок, пестицидів та інших забруднювачів у водне середовище [54, с. 42–44]. Буферні смуги забезпечують стабілізацію берегових процесів, знижують інтенсивність ерозії, сприяють покращенню гідрохімічного стану води та підвищенню біорізноманіття. Крім екологічного ефекту, створення буферних зон має також економічне значення, оскільки дозволяє зменшити витрати на ліквідацію наслідків забруднення та покращити рекреаційну цінність території.

Площа прибережних буферних зон була обрана з урахуванням природних особливостей озера Сасик, характеру антропогенного навантаження та економічної доцільності реалізації природоохоронного заходу. Такий розмір буферної зони дозволяє забезпечити достатній рівень екологічного ефекту без надмірного вилучення земель із господарського використання.

Проектом передбачається створення прибережних буферних зон на площі 20 га. Орієнтовна вартість створення 1 га буферної зони складає 240 тис. грн (табл. 7) [55, с. 18–20]. Загальна вартість природоохоронного заходу визначається за формулою:

$$K = S \times B,$$

де  $K$  – загальна вартість заходу, грн;  $S$  – площа буферних зон, га;  $B$  – вартість створення 1 га буферної зони, грн.

$$K = 20 \times 240\,000 = 4\,800\,000 \text{ грн.}$$

**Загальна вартість створення буферної зони площею 20 га становить 4 800 000 грн, тобто орієнтовно 240 000 грн/га.**

Вибір площі ґрунтується на тому, що найбільш інтенсивне надходження забруднюючих речовин до озера відбувається через прибережні ділянки, прилеглі до сільськогосподарських угідь та гирлових частин річок Когильник і Сарата. Саме

ці території є основними шляхами потрапляння поверхневого стоку, який містить сполуки азоту, фосфору, пестициди та завислі речовини. Тому створення буферних зон на найбільш уразливих ділянках забезпечує максимальний природоохоронний ефект [36, с. 72–74].

Таблиця 7 – Структура орієнтовної вартості створення 1 га прибережної буферної зони

№	Стаття витрат	Частка у загальній вартості, %	Орієнтовна вартість, грн/га	Обґрунтування витрат
1	Проектні та геодезичні роботи	10 %	24 000	Визначення меж буферної зони, аналіз ґрунтів, розроблення проєкту
2	Підготовка території	15 %	36 000	Розчищення території, планування ґрунту, протиерозійні роботи
3	Закупівля посадкового матеріалу	25 %	60 000	Придбання насіння трав, очерету, саджанців дерев і чагарників
4	Формування рослинного покриву	20 %	48 000	Висадження рослинності, створення очеретяних і лучних угруповань
5	Догляд за насадженнями протягом 4 років	20 %	48 000	Полив, підсаджування рослин, боротьба з бур'янами
6	Екологічний моніторинг	5 %	12 000	Контроль якості води та стану рослинності
7	Організаційні та адміністративні витрати	5 %	12 000	Інформаційні знаки, огороження, супровід проєкту
	<b>Разом</b>	<b>100 %</b>	<b>240 000</b>	

Площа 20 га відповідає створенню буферної смуги орієнтовною шириною 25 – 40 м на найбільш проблемних ділянках берегової лінії та водотоків, що впадають в озеро. Наукові дослідження свідчать, що саме така ширина прибережних захисних смуг є достатньою для ефективного затримання значної частини біогенних речовин і зменшення поверхневого стоку [57, с. 240–248].

Крім того, вибір площі враховує економічні можливості реалізації проєкту.

Збільшення площі буферних зон потребувало б значно більших фінансових витрат і вилучення більшої кількості земель із сільськогосподарського використання, що могло б ускладнити впровадження заходу. Водночас площа 20 га дозволяє досягти оптимального співвідношення між екологічним ефектом і витратами на реалізацію проекту [55, с. 64–66].

Додатковим аргументом є те, що саме на площі близько 20 га можливо сформувати цілісну систему природної рослинності, яка включатиме очеретяні, лучні та деревно-чагарникові угруповання. Це дозволить створити ефективний природний фільтр, здатний зменшувати надходження забруднюючих речовин, укріплювати берегову лінію та формувати сприятливі умови для біорізноманіття [58, с. 205–207].

### **Орієнтовний кошторис природоохоронного заходу**

Як видно з табл. 7, найбільшу частку витрат становлять закупівля посадкового матеріалу, формування рослинного покриву та догляд за насадженнями. Це пояснюється необхідністю створення стійкої природної екосистеми, здатної ефективно виконувати водоохоронні та фільтраційні функції. Водночас витрати на проєктні роботи та моніторинг забезпечують наукове обґрунтування й контроль ефективності природоохоронного заходу. Орієнтовний кошторис заходу зі створення прибережних буферних зон наведений у таблиці 8.

Таблиця 8 – Орієнтовний кошторис заходу зі створення прибережних буферних зон

№	Стаття витрат	Обсяг робіт	Вартість одиниці, грн	Загальна сума, грн
1	Передпроєктне обстеження території	20 га	5 000	100 000
2	Геодезичні та землевпорядні роботи	20 га	7 500	150 000
3	Розроблення проєктної документації	1 комплект	200 000	200 000
4	Розчищення території від сміття та бур'янів	20 га	12 000	240 000
5	Планування ґрунту та підготовка ділянок	20 га	15 000	300 000

№	Стаття витрат	Обсяг робіт	Вартість одиниці, грн	Загальна сума, грн
6	Протиерозійні роботи на береговій смузі	20 га	5 500	110 000
7	Закупівля насіння лучних трав	20 га	18 000	360 000
8	Закупівля саджанців дерев і чагарників	20 га	30 000	600 000
9	Закупівля посадкового матеріалу очерету та вологолюбних рослин	20 га	12 000	240 000
10	Висівання трав'яної рослинності	20 га	10 000	200 000
11	Висадження деревно-чагарникової рослинності	20 га	18 000	360 000
12	Формування очеретяно-болотної смуги	20 га	22 000	440 000
13	Полив і догляд у перший рік	20 га	20 000	400 000
14	Догляд за насадженнями у 2-й рік	20 га	12 000	240 000
15	Догляд за насадженнями у 3-й рік	20 га	10 000	200 000
16	Догляд за насадженнями у 4-й рік	20 га	8 000	160 000
17	Екологічний моніторинг якості води та ґрунтів	4 роки	70 000	280 000
18	Встановлення інформаційних знаків	10 шт.	8 000	80 000
19	Огородження окремих ділянок	1 комплект	120 000	120 000
20	Організаційні та адміністративні витрати	1 комплект	120 000	120 000
	<b>Разом</b>			<b>4 500 000</b>
	<b>Резерв непередбачених витрат, 6,7 %</b>			<b>300 000</b>
	<b>Загальна вартість заходу</b>			<b>4 800 000</b>

### Обґрунтування джерел фінансування природоохоронного заходу

Фінансування створення прибережних буферних зон навколо озера Сасик пропонується здійснювати за рахунок поєднання міжнародних, державних, регіональних і місцевих джерел. Такий підхід дозволяє забезпечити фінансову стійкість проєкту, зменшити навантаження на місцеві бюджети та підвищити ймовірність успішної реалізації природоохоронного заходу (табл. 9).

Основним джерелом фінансування визначено **міжнародні екологічні**

гранти та програми Європейського Союзу, частка яких становить 60 % загального бюджету проекту, або 2 880 000 грн. Саме міжнародне фінансування є найбільш доцільним для реалізації такого заходу, оскільки проект безпосередньо пов'язаний із питаннями охорони водних ресурсів, адаптації до змін клімату та збереження біорізноманіття – напрямками, які активно підтримуються міжнародними екологічними фондами [59, с. 88–91].

Таблиця 9 – Джерела фінансування природоохоронного заходу

Джерело фінансування	Частка	Сума, грн
Міжнародні екологічні гранти та програми ЄС	60 %	2 880 000
Державні природоохоронні програми України	20 %	960 000
Обласний фонд охорони навколишнього природного середовища	10 %	480 000
Місцеві бюджети громад	5 %	240 000
Співфінансування агропідприємств та екологічно відповідального бізнесу	5 %	240 000
<b>Разом</b>	<b>100 %</b>	<b>4 800 000</b>

Крім того, озеро Сасик належить до водно-болотних екосистем Причорноморського регіону, що мають важливе екологічне значення. Саме тому проект може відповідати пріоритетам програм ЄС, GEF, UNEP, ПРООН та інших міжнародних організацій, які фінансують заходи зі зменшення деградації екосистем, боротьби з евтрофікацією та відновлення природних ландшафтів [60, с. 145–148].

Частка державних природоохоронних програм України становить 20 %, або 960 000 грн. Участь держави є необхідною, оскільки охорона водних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки належать до загальнодержавних пріоритетів. Державне фінансування також демонструє підтримку проекту на національному рівні та підвищує шанси на залучення міжнародних грантових коштів [55, с. 133–135].

Фінансування з обласного фонду охорони навколишнього природного

**середовища** визначено на рівні 10 %, або 480 000 грн. Такий підхід обумовлений тим, що реалізація заходу безпосередньо впливає на екологічний стан Одеської області, зокрема на стан водних ресурсів, прибережних територій та природно-заповідного фонду. Участь обласного бюджету забезпечує регіональну підтримку проекту та можливість співфінансування окремих етапів робіт.

Частка **місцевих бюджетів територіальних громад** становить 5 %, або 240 000 грн. Незважаючи на обмежені фінансові можливості громад, їх участь у фінансуванні є важливою, оскільки саме місцеве населення отримуватиме безпосередні переваги від покращення екологічного стану озера. Крім того, участь громад сприяє підвищенню рівня відповідальності за збереження природних ресурсів та зацікавленості у довгостроковому функціонуванні буферних зон [57, с. 156–158].

Окремим джерелом визначено **співфінансування агропідприємств та екологічно відповідального бізнесу**, частка якого становить 5 %, або 240 000 грн. Такий підхід обґрунтовується тим, що саме сільськогосподарська діяльність є одним із головних джерел дифузного забруднення озера Сасик. Участь агровиробників у фінансуванні природоохоронного заходу відповідає принципу «забруднювач платить» та сприяє формуванню екологічно відповідального природокористування [54, с. 48–50].

Запропонована структура фінансування є збалансованою та економічно обґрунтованою. Переважання міжнародних грантових коштів дозволяє реалізувати масштабний природоохоронний проєкт без надмірного навантаження на місцеві бюджети, тоді як участь державних, регіональних і приватних структур забезпечує стабільність фінансування та підвищує ефективність реалізації заходу.

### **Очікуваний економічний ефект від створення прибережних буферних зон**

Економічний ефект від створення прибережних буферних зон навколо озера Сасик формується внаслідок зменшення негативного впливу сільськогосподарської діяльності, покращення якості води, зниження витрат на ліквідацію екологічних наслідків забруднення та підвищення екологічної цінності території. Ефект має як прямий економічний характер, так і опосередкований екологічний та соціальний

результат:

1. Зменшення витрат на очищення води

Буферні зони затримують значну частину біогенних речовин, завислих частинок і пестицидів до їх потрапляння у водойму. Це дозволяє зменшити витрати на очищення та покращення якості води.

Орієнтовна економія: скорочення витрат на очищення води – **35 000 грн/місяць;**

річний ефект:

$$35\ 000 \times 12 = 420\ 000 \text{ грн/рік}$$

2. Зменшення ерозії берегів і замулення водойми

Прибережна рослинність укріплює ґрунти та зменшує руйнування берегової лінії. Це дозволяє скоротити витрати на берегоукріплювальні роботи та розчищення замулених ділянок.

Орієнтовне скорочення витрат: берегоукріплення – **180 000 грн/рік;**

розчищення замулених ділянок – **100 000 грн/рік.**

Загальний ефект:

$$180\ 000 + 100\ 000 = 280\ 000 \text{ грн/рік}$$

3. Зниження втрат від аграрного забруднення

Буферні смуги зменшують надходження азоту, фосфору та пестицидів у водойму, що сприяє зниженню евтрофікації та покращенню гідрохімічного режиму.

Орієнтовний економічний ефект:

зменшення втрат рибних ресурсів – **120 000 грн/рік;**

скорочення витрат на ліквідацію наслідків «цвітіння» води – **130 000 грн/рік.**

Загальний ефект:

$$120\ 000 + 130\ 000 = 250\ 000 \text{ грн/рік}$$

4. Покращення стану біорізноманіття та рибних ресурсів

Створення буферних зон сприяє формуванню сприятливих умов для риб, водоплавних птахів і прибережної рослинності. Відновлення природних біотопів підвищує екологічну цінність території та рибопродуктивність водойми.

Орієнтовний ефект:

підвищення рибопродуктивності – **90 000 грн/рік**;

збереження природних екосистем – **60 000 грн/рік**.

Загальний ефект:

$$90\ 000 + 60\ 000 = 150\ 000 \text{ грн/рік}$$

5. Підвищення рекреаційної та природоохоронної цінності території

Покращення екологічного стану озера сприятиме розвитку екологічного туризму, рекреації та природоохоронної діяльності.

Орієнтовний ефект:

розвиток рекреаційної діяльності – **70 000 грн/рік**;

підвищення природоохоронної цінності території – **30 000 грн/рік**.

Загальний ефект:

$$70\ 000 + 30\ 000 = 100\ 000 \text{ грн/рік}$$

Таблиця – 10 Загальний річний економічний ефект

Джерело ефекту	Річний ефект, грн
Зменшення витрат на очищення води	420 000
Зменшення ерозії та замулення	280 000
Зниження аграрного забруднення	250 000
Покращення стану біорізноманіття	150 000
Підвищення рекреаційної цінності	100 000
<b>Разом</b>	<b>1 200 000</b>

Отже, створення прибережних буферних зон навколо озера Сасик забезпечує не лише екологічний, але й значний економічний ефект. Загальна очікувана економічна вигода становить приблизно **1,2 млн грн на рік**. Основний ефект досягається за рахунок покращення якості води, зменшення ерозійних процесів і скорочення витрат на ліквідацію наслідків забруднення.

#### **Розрахунок терміну окупності**

Розрахунок терміну окупності здійснювали за формулою:

$$T = K / E$$

де **T** – термін окупності, років; **K** – капітальні витрати, грн;  
**E** – щорічний економічний ефект, грн.

$$T = 4\,800\,000 / 1\,200\,000 = 4 \text{ роки}$$

Отже, за умови щорічного економічного ефекту **1,2 млн грн** природоохоронний захід окупиться за **4 роки**, що відповідає середньостроковому періоду реалізації.

## ВИСНОВКИ

1. У результаті дослідження встановлено, що озеро Сасик є складною лагунно-лиманною системою, екологічний стан якої формується під впливом природних і антропогенних чинників. Основними проблемами водойми є порушення природного водообміну, висока мінералізація води, інтенсивне випаровування, евтрофікація та накопичення забруднюючих речовин у донних відкладах. Значний вплив на стан озера мають кліматичні особливості регіону, мілководність водойми та антропогенне регулювання гідрологічного режиму. Екосистема озера характеризується високим біорізноманіттям і важливим природоохоронним значенням, однак зазнає деградації внаслідок погіршення гідрохімічного стану та зростання антропогенного навантаження. Це обумовлює необхідність розроблення та впровадження комплексних природоохоронних заходів, спрямованих на оптимізацію водного режиму, зменшення антропогенного навантаження, відновлення природних екосистем і покращення гідроекологічного стану озера Сасик.

2 У ході дослідження обґрунтовано необхідність реалізації комплексу природоохоронних заходів, спрямованих на покращення гідроекологічного стану озера Сасик. Основними напрямками визначено оптимізацію водного режиму, часткове відновлення водообміну з Чорним морем, створення прибережних буферних зон та зменшення надходження агрохімікатів у водойму. Реалізація запропонованих заходів сприятиме зниженню мінералізації води, уповільненню евтрофікаційних процесів, покращенню якості води та збереженню біорізноманіття. Проведений сценарний аналіз показав, що за умови впровадження природоохоронних заходів можливе поступове відновлення екологічної рівноваги озера.

3 У результаті аналізу умов праці встановлено, що під час виконання робіт працівники можуть зазнавати впливу несприятливих факторів, зокрема недостатнього освітлення, підвищеного шуму, несприятливого мікроклімату та електромагнітного випромінювання від комп'ютерної техніки. Для забезпечення безпечних умов праці необхідно дотримуватися вимог охорони праці, санітарних

норм та правил електробезпеки. Визначено, що використання систем вентиляції, належного освітлення, засобів пожежної безпеки та ергономічної організації робочого місця сприяє зниженню професійних ризиків і забезпечує комфортні та безпечні умови праці.

4. У ході дослідження встановлено, що територія озера Сасик може зазнавати впливу надзвичайних ситуацій природного, техногенного та воєнного характеру. Найбільшу небезпеку становлять підтоплення, посухи, пожежі, забруднення водних ресурсів та наслідки воєнних дій, які негативно впливають на екологічний стан території. Обґрунтовано необхідність удосконалення системи цивільного захисту, розвитку екологічного моніторингу, систем раннього оповіщення та підготовки населення до дій у надзвичайних ситуаціях.

5. У результаті економічної оцінки встановлено, що створення прибережних буферних зон із природною рослинністю є економічно доцільним природоохоронним заходом для покращення стану озера Сасик. Реалізація проєкту дозволить зменшити надходження біогенних речовин і пестицидів у водойму, покращити якість води та знизити інтенсивність евтрофікації. Проведені розрахунки показали, що очікуваний річний економічний ефект становить близько 1,2 млн грн, а орієнтовний термін окупності заходу – близько 4 років.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Осадчий В. І. Гідрологія України : підручник. Київ : Ніка–Центр, 2008. 656 с.
2. Ромащенко М. І. Водні ресурси України. Київ : Генеза, 2007. 360 с.
3. Шуйський Ю. Д. Лимани Північно–Західного Причорномор’я. Одеса : Астропринт, 1998. 274 с.
4. Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізична географія України : підручник. Київ : Знання, 2005. 511 с.
5. Дідух Я. П. Основи гідроекології. Київ : Наукова думка, 2012. 420 с.
6. Гребінь В. В. Гідрохімія водних об’єктів України. Київ : Либідь, 2005. 296 с.
7. Бровко О. О. Екологія лиманів України. Київ : Вища школа, 2003. 198 с.
8. Коваленко П. І. Меліорація та водне господарство України. Київ : Урожай, 2006. 280 с.
9. Хільчевський В. К. Гідрохімія України. Київ : Київський університет, 2003. 215 с.
10. Маринич О. М. Фізична географія України. Київ : Знання, 2010. 511 с.
11. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2020 році. Київ : Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2021. 512 с.
12. Волошин М. Д. Водні екосистеми України. Київ : Либідь, 2015. 312 с.
13. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченка. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
14. Тучковенко Ю. С. Гідроекологічний стан лиманів Північно-Західного Причорномор’я. Одеса : Екологія, 2015. 286 с.
15. Іванова Н. О. Гідрологічний режим Сасикського водосховища. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Біологія. Тернопіль, 2010. № 2 (43). С. 213–215.

16. Лозовіцький П. С. Гідрологічний режим та оцінювання якості води озера-водосховища Сасик у часі. Часопис картографії. Київ, 2013. Вип. 6. С. 146–169.
17. Оцінка сучасного екологічного стану водойми Сасик та факторів, що його обумовлюють. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://pryroda.in.ua/lystopad/sasik-5-ocinka-suchasnogo-ekologichnogo-stanu-vodojmi-ta-faktoriv-shho-jogo-obumovlyuyut/> (дата звернення: 11.03.2026).
18. Урасов С. М., Тучковенко Ю. С. Иригаційна оцінка якості вод озера Сасик. Український гідрометеорологічний журнал. Одеса, 2019. № 23. С. 45–56.
19. Kushnir D. V., Tuchkovenko Yu. S. Modelling the variability of hydrological parameters of the Sasyk reservoir under conditions of renaturalization. Ukrainian Hydrometeorological Journal. 2020. No. 26. P. 30–42.
20. Дідух Я. П. Рослинність України. Київ : Фітосоціоцентр, 2012. 412 с.
21. Афанасьєв С. О. Екологія водних рослин. Київ : Логос, 2006. 256 с.
22. Гродзинський М. Д. Основи екології. Київ : Либідь, 2014. 368 с.
23. Протасов О. О. Біорізноманіття гідроекосистем. Київ : Академперіодика, 2011. 320 с.
24. Мовчан Ю. В. Риби України. Київ : Золоті ворота, 2011. 444 с.
25. Костюшин В. А. Птахи водно–болотних угідь України. Київ : Інститут зоології НАН України, 2004. 240 с.
26. Національна стратегія збереження біорізноманіття України. Київ : Мінприроди, 2020. 120 с.
27. Коваленко П. І. Водогосподарські перетворення в Україні. Київ : Урожай, 2005. 320 с.
28. Іванова Н. О. Трансформація екосистеми Сасикського водосховища. Екологічні науки. 2011. № 3. С. 130–136.
29. Гродзинський М. Д. Ландшафтна екологія. Київ : Либідь, 2014. 368 с.
30. Осадчий В. І. Гідрохімічні процеси у водних об'єктах України. Київ : Ніка-Центр, 2010. 240 с.
31. Протасов О. О. Біорізноманіття та антропогенний вплив. Київ : Академперіодика, 2012. 300 с.

32. Екологічні наслідки війни в Україні / за ред. О. В. Бондаря. Київ : Наукова думка, 2023. 180 с.
33. Шевченко О. Л. Кліматичні зміни та водні ресурси України. Київ : Наукова думка, 2018. 280 с.
34. Лозовіцький П. С. Водні ресурси та їх використання в Україні. Київ : Ніка-Центр, 2012. 304 с.
35. Шуйський Ю. Д. Лимани Північно-Західного Причорномор'я. Одеса : Астропринт, 2003. 274 с.
36. Афанасьєв С. О. Екологічні основи управління водними екосистемами. Київ : Логос, 2005. 300 с.
37. Тучковенко Ю. С., Іванов В. А. Гідроекологічні проблеми лиманів Північно-Західного Причорномор'я. Одеса : ТЕС, 2019. 224 с.
38. Ковальчук І. П. Водозберігаючі технології в аграрному секторі. Київ : Урожай, 2016. 220 с.
39. Осадчий В. І. Моніторинг водних екосистем України. Київ : НАН України, 2011. 180 с.
40. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні. Київ : Міндовкілля, 2021. 300 с.
41. Водна стратегія України на період до 2050 року : схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 09 грудня 2022 р. № 1134-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80> (дата звернення: 07.04.2026).
42. FAO. Water pollution from agriculture: a global review. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. URL: <https://www.fao.org/land-water/news-archive/news-detail/en/c/1032702/> (дата звернення: 07.04.2026).
43. OECD. Diffuse Pollution, Degraded Waters: Emerging Policy Solutions. Paris : OECD Publishing, 2017. 149 p.
44. European Commission. Nitrates Directive. URL: [https://environment.ec.europa.eu/topics/water/nitrates\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/water/nitrates_en) (дата звернення: 05.05.2026).
45. FAO. Control of Water Pollution from Agriculture. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1996. 101 p.

46. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Львів : Афіша, 2014. 320 с.
47. Гандзюк М. П. Основи охорони праці. Київ : Каравела, 2015. 408 с.
48. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Київ : МОЗ України, 1999. 12 с.
49. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 133 с.
50. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Київ : МОЗ України, 1999. 16 с.
51. Запорожець О. І. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Київ : Центр учбової літератури, 2019. 448 с.
52. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Київ : Держпраці України, 2018. 164 с.
53. Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI. Київ, 2012. 92 с.
54. Водний кодекс України : Закон України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. Київ, 1995. 56 с.
55. Коваль Я. В. Економіка природокористування. Київ : Академія, 2017. 320 с.
56. Одум Ю. Основи екології. Київ : Либідь, 2001. 312 с.
57. Клименко М. О., Прищепа А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля : підручник. Київ : Академія, 2016. 360 с.
58. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Біорізноманіття України та екологічна мережа. Київ : Наукова думка, 2010. 412 с.
59. European Commission. EU Green Deal and Environmental Funding Programme. Brussels : European Commission, 2021. 156 p.
60. United Nations Environment Programme (UNEP). Ecosystem Restoration and Water Protection Programmes. Nairobi : UNEP, 2020. 210 p.