

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально-науковий інститут економіки
та екології моря

Кафедра Екології та природоохоронних технологій

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри



Трохименко Г.Г.
« 9 » грудня 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр» зі спеціальності
101 «Екологія»

на тему:

СУЧАСНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН СОФІЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА
CURRENT ECOLOGICAL STATE OF SOFIIVSKE RESERVOIR

Виконав: студент 6571м групи



Коновалов В.В.
(підпис)

Керівник роботи: професор, д.б.н.
(посада, науковий ступень вчене звання)



Наконечний І.В.
(підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально-науковий інститут економіки
та екології моря

кафедра Екології та природоохоронних технологій _____
Освітній ступень: магістр _____
Спеціальність: _101_ “Екологія” _____.
ОП «Екологія»
Форма навчання _____ денна _____

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Гарант освітньої програми



(підпис)

Наконечний І.В.

«9» грудня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Студенту Коновалову В'ячеславу В'ячеславовичу
(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Сучасний екологічний стан софіївського водосховища
Керівник роботи: професор, д.б.н., Наконечний Ігор Володимирович
Затверджені наказом ректора №1254-уч від «9» грудня 2024 року

2. Термін подання роботи: листопад 2024 року

3. Вихідні дані по роботі: зібраний попередньо та доповнений у процесі проходження переддипломної практики матеріал, передбачений завданнями роботи. Літературні матеріали, звітні матеріали, Положення про експлуатацію Софіївського водосховища (2018).

Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів):

1. Теоретико-методологічний аналіз проблем гідроекологічних досліджень руслових водосховищ;
2. Розробка, апробація та корекція методичних питань оперативної екологічної оцінки та екологічного моніторингу штучних водойм рівнинного типу;

3. Збір та аналіз первинного фактичного матеріалу, який включає історичні, гідрологічні, гідротехнічні, гідроекологічні, кліматичні та картографічні дані;
4. Аналітичне опрацювання фактичного матеріалу, побудова моніторингових узагальнень і статистична обробка отриманих результатів;
5. Підготовка презентації та доповіді за матеріалами дипломного дослідження;
6. Надання готової Кваліфікаційної роботи та презентація на 15 слайдів

4. Консультанти розділів работ

Розділи работ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання отримав
1	Наконечний І.В.	25.01.2024	17.01. 2024
2	Наконечний І.В.	5.02.2024	17.02.2024
3	Наконечний І.В.	1.03.2024	9.03.2024
4	Наконечний І.В.	10.09.2024	10.09.2024

2. Дата видачі завдання 17.01. 2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів работ	Терміни виконання етапів работ	Примітка про виконання
1	Збір та аналіз літературного матеріалу з питань гідроекології водосховища та їх екологічної оцінки;	Листопад-грудень 2023 р.	
2	Вибір методик досліджень та об'єкту досліджень; їх обговорення та аналіз;	Січень-лютий 2024 р.	
3	Підготовка листів-запитів на отримання оперативної інформації щодо гідрологічного режиму річки Інгул;	Травень 2024 р.	
4	Безпосереднє виконання збору	Червень-	

	фактичного матеріалу, його первинна статистична обробка, групування;	Листопад 2024 року	
5	Опрацювання отриманого матеріалу та його статистична обробка. Аналіз зібраного матеріалу	Вересень-жовтень 2024	
6	Підготовка презентації та доповіді	Жовтень-листопад 2024	
7	Надання готової Кваліфікаційної роботи та презентація результатів.	Середина листопада 2024	

Студент  Коновалов В.В.
(підпис) (ПІБ)

Керівник роботи  Наконечний І.В.
(підпис) (ПІБ)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1. Основні етапи антропогенної трансформації долини річки Інгул	10
1.2. Основні гідрологічні характеристики басейну та річки Інгул	11
1.3. Іхтіоценози та акваценози річкової гідроекосистеми Інгулу	22
Короткий висновок за оглядом літератури	32
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.....	33
2.1. Матеріал, місце та умови досліджень.....	33
2.2. Організація та методи досліджень.....	34
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ.....	35
3.1. Стан Софіївського водосховища та прилеглих ділянок басейну річки Інгул	35
3.2. Фізичні та гідрохімічні характеристики водосховища	38
3.3. Софіївське водосховище в гідросистемі річки Інгул	50
3.4. Гідроекологічне значення Софіївського водосховища .	56
3.5. Обговорення отриманих результатів	60
ВИСНОВКИ.....	65
ПРОПОЗИЦІЇ.....	67
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	68

ВСТУП

Одними із найбільш екологічно уразливих ділянок Суходолу є річкові долини, які володіючи значним біорізноманіттям та полізональною структурою біотичних комплексів, у край чутливі до природних і антропогенних трансформуючих чинників. Багатство природних комплексів і вигідність географічних шляхів здавна приваблювали людину до першочергового освоєння та заселення саме таких районів. Не є виключенням і сучасна територія долини річки Інгул, яка розташована у сприятливих кліматичних умовах Південно-Східної Європи і відзначається багатим рослинним покривом, різноманітною фауною та іхтіофауною.

Природні зміни та інтенсивна антропогенна трансформація середовища є ключовими чинниками, які формують умови та стан сучасних біоценозів, лімітуючи структуру та видовий склад їх біотичних компонентів. Елімінація останніх спричиняє численні, зовсім небажані зміни річкових долин і навіть водозборів, неконтрольовано зростає чисельність моновидових популяцій, промислово цінні види риб витісняються алохтоними та інвазійними тощо. При цьому, за словами відомо дослідника Кривбасу професора М.І. Котова (1939), саме гідроекосистеми невеликих річок першими і найбільш гостро реагують на найменші коливання абіотичних та антропогенних чинників середовища. Наслідком їх впливу стає системна руйнація біоценозів та «спрощення» річково-долинних екосистем. Прикладом останніх є сучасний стан іхтіофауни прісноводних водойм України, яка лише за останні 100 років втратила більше 40% свого видового складу [37].

Поряд із проблемними завданнями раціонального використання потенційно багатих на природні ресурси українських водойм, одночасно дуже важливою постає також проблема охорони природного середовища, зокрема збереження його екологічної рівноваги. Ця проблема вирішується в різних аспектах, серед яких водно-болотним заповідним територіям і водосховищам завжди належало особливе місце.

Актуальність теми. Середні за розмірами річки Інгул та Інгулець є ключовими дренуючими водотоками Південно-Придніпровської Височини, забезпечуючи водовідведення на Південний захід та на Південь – до Південного Бугу та Дніпра. Інгул, впадаючи до Південного Бугу в його пониззі формує вершину Бузького лиману. Загальна площа басейну Інгулу досить значна - 9 890 км², його русло довжиною 354 км має загальний уклін 0,44 ‰, проте у верхній та середній ділянці демонструє досить стрімку течію, що взагалі є рідкісним явищем для річок півдня України [20].

Розташування басейну Інгулу в зоні активного аграрного виробництва та зв'язок його з басейном Південного Бугу зумовлює значні за обсягом і характером дії деструктивні впливи на природні екосистеми, розташовані не тільки в річковій долині, але і на всій території басейну. Особливо актуальними є екологічної оцінки руслових водосховищ, каскадом розташованих у долині Інгулу. Найбільшим із них є Софіївське водосховище, розташоване на межі Кіровоградської та Миколаївської областей. Вказана ділянка території є однією із найдавніших сільськогосподарських ділянок України, підданих специфічному антропогенному впливу ще з часів нижнього палеоліту (палеоселище Розанівка). Ця особливість території дослідження дозволяє оцінити локальні та системні наслідки діяльності людини в природному середовищі та в зоні річкових долин – зокрема.

Враховуючи, що в наявний час у спеціальній літературі майже не освітлені сучасні дані щодо екологічної оцінки та за відсутності новітніх матеріалів із питань стану загального біорізноманіття Софіївського водосховища, обрана тематика роботи безперечно є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема роботи виконується у відповідності із тематикою НДР кафедри екології та природоохоронних технологій НУК імені адмірала Макарова «Дослідження та оцінка сучасного екологічного стану гідромережі Північного Причорномор'я», затвердженого рішенням Вченої ради університету від

14.09.2022 року, протокол № 2. Тематика магістерського дослідження також відповідає переліку завдань обласної програми «Екологія малих річок Миколаївщини», прийнятої 12.03.2015 року сесією Миколаївської обласної ради за номером 42/12.06.

Мета та задачі роботи. Метою роботи є дослідження екологічного стану Софіївського водосховища та прилеглих ділянок його водозбору. Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі завдання:

- виконати аналітичні узагальнення ретроспективних даних для деталізації біорізноманіття, зоогеографічного та геоботанічного районування верхньої частини басейну Інгулу;
- оцінити рівень та характер антропогенного пресингу на екосистеми та агроекосистеми, розташовані в зоні досліджуваного водосховища;
- дослідити сучасний різно-сезонний еколого-гідрологічний стан водосховища;
- визначити еколого-раціональні перспективи поліпшення стану водойми;

Об'єкт досліджень – гідроекологічні характеристики річки Інгул.

Предметом досліджень є сучасний екологічний стан Софіївського водосховища.

Методи дослідження. У відповідності з метою і завданнями роботи дослідження ґрунтуються на теоретичних методах (аналізу, синтезу, системного аналізу і прогнозування), експериментальних, експедиційних і лабораторних методах (гідрологічних, гідрохімічних, гідробіологічних, ботанічних, зоологічних, іхтіологічних). Отримані результати оброблені за методами математичної статистики.

Науково-практичне значення роботи. Вперше для сучасного періоду існування Софіївського водосховища проведені польові та аналітичні узагальнення щодо екологічної оцінки водойми та навколишньої місцевості.

Виконана спроба оцінити результати та наслідки перебудови греблі водосховища, виконаної в 2021 році, проаналізовано вплив низки абіотичних та біотичних чинників, що діють на водойму в умовах антропогенно змінених екосистем водозбору. Надано описи фонових фітоугруповань та їх сучасних особливостей. Ретроспективне порівняння дозволило встановити основні, екологічно залежні закономірності змін видового складу іхтіофауни Інгулу в умовах антропогенного впливу останнього сторіччя. При цьому з'ясовано, що при зростанні антропогенних навантажень на водні та прибережні ділянки водойми в першу чергу зникли холоднолюбиві види реофільних риб, які потребують чистої проточної води з високим вмістом кисню. На заміну їм прийшли окремі аборигенні види з високим рівнем екологічної пластичності, а також чисельні інвазійні види.

Особистий внесок магістранта полягає в безпосередній організації та проведенні польових досліджень щодо дослідження екологічного стану і оцінки біорізноманіття Софіївського водосховища, а також у виборі та використанні методик обліку біоти, аналізі одержаних результатів і формулюванні узагальнюючих висновків.

Структура та обсяг дипломної роботи. Магістерська робота викладена на 73 сторінках машинописного тексту. Складається з вступу, 3-х розділів, списку літератури (56 джерел). Робота ілюстрована 16 таблицями, 14 рисунками, а також містить додатки з великим обсягом статистичних і звітних даних, фотоматеріалів тощо.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Основні етапи антропогенної трансформації долини Інгулу

Ділянка місцевості на межі сучасних Миколаївської та Кіровоградської областей, де розташована верхня ділянка річкового басейну, мають давню, цікаву і колоритну історію. Її степами пройшли скіфи і сармати, половці та печеніги, господарювали монголо-татари, ногайці, запорозькі козаки. Проте, заселеність цієї території завжди була мінімальною, лише вздовж річок та в балках розташовані окремі запорізькі зимівники та на літній період приганяли свої стада жителі татарських поселень Очаківщини. В той же час, археологічні дані свідчать про наявність досить значних поселень у долині Інгулу в часи трипільської культури. Найбільш об'ємне поселення встановлене побіля село Розанівки (Рис. 1.3), майже на межі Миколаївської та Кіровоградської областей, в місці злиття річок Інгулу та Березівки [5]



Рис. 1.4. Розташування села Розанівка, на основі [Coogole Pro,
https://www.google.com/intl/ru_ALL/earth/versions/]

В цьому місці археологи знайшли чисельні артефакти, в тому числі залишки будівель, які за низкою ознак віднесені до часів панування сабати́нівської культури. Дана культура осілих землеробів існувала більше 3,5 тисяч років тому в Придніпров'ї, охоплюючи і землі у верхів'ях Інгулу та Інгульця. За історичного часу перші постійні поселення належали зимівникам та хуторам запорожців, але історія населених пунктів загалом пов'язана з Новосербією. Остання являла собою адміністративно-територіальний і військовий округ, створений у 1752 у зв'язку з організацією спеціальних поселень для оборони Південної України від нападів турків і кримчан. Охоплювала територію між річками Дніпро, Синюха, верхів'ями Інгулу, Інгульця, Великої Висі та Омельника (на землях перед тим ліквідованої Запорозької Січі).

Населення Нової Сербії становили головним чином мігранти з Туреччини та Австрії — серби, угорці, болгари, волохи, греки, а також загін українських козаків. З іноземців було утворено окремий корпус, поділений на два полки: Пандурський піхотний і гусарський. Керівництво Нової Сербії перебувало в Новомиргороді. В 1754 адміністративним центром стала новозбудована фортеця Святої Єлисавети (з 1775 м. Єлисаветград, нині Кропивницьке). У 1764 році Нова Сербія була ліквідована, а землі її приєднано до Новоросійської губернії. Саме в межах дослідної території знаходився Новослобідський полк, під яким розуміють адміністративно-територіальну і військову одиницю. Вона була створена у 1753 в межах земель між Дніпром і Південним Бугом, включаючи верхів'я Інгулу та Інгульця з притоками. Центром полку стала зведена у 1754 фортеця Святої Єлізавети. В 1764 році Новослобідський полк увійшов до складу новоутвореної Новоросійської губернії.

Незважаючи на швидкі темпи виникнення чисельних поселень, порівняно низький рівень антропогенної діяльності в регіоні утримувався до середини-кінця XVIII-го століття, коли територія півдня України (з 1783

року) увійшла до складу Російської імперії. Згодом, а саме з 1792 року, почалися процеси інтенсивного заселення краю переселенцями із російських губерній, Поділля, Центральної та Слобідської України [6].

1.2. Основні гідрологічні характеристики басейну та річки Інгул

Інгул – середня за розмірами річка, що протікає в Кіровоградській та Миколаївській областях України. В історичних документах річка відома як Ангул, Інгул, Великий Інгул. Це найбільш велика притока Південного Бугу, яка збираючи воду на площі більш як 9890 км² (Рис.1.1) забезпечує до 12% його сумарного стоку. Річка витікає з невеликого лісового озера поблизу села села Бровкове, розташованого на території північної частини Кіровоградської області, на самому водорозділі Південного Бугу та Дніпра. Береги річки на цій ділянці пологі, дно болотисте. Нижче, протікаючи по горбистій місцевості, вздовж русла іноді з'являються скелясті береги, продуктами розмиву яких покрито і дно. Русло річки дуже звивисте. Іноді вона тече кількома рукавами. У таких місцях долина розширюється, заплава покривається рясними заростями водної рослинності і розчленовується численними затоками і озерами [9].

У нижній течії Інгул досить багатоводний. Його береги, особливо правий, кам'янисті, високі, порізані ярами. Часто вони відступають від русла, поступаючись місцем долині, де утворюються широкі плавні, зарослі переважно очеретом. У самому нижньому плінні Інгул протікає серед болотистої місцевості, русло утворює багато вигинів, проток, стариць, плавнів.

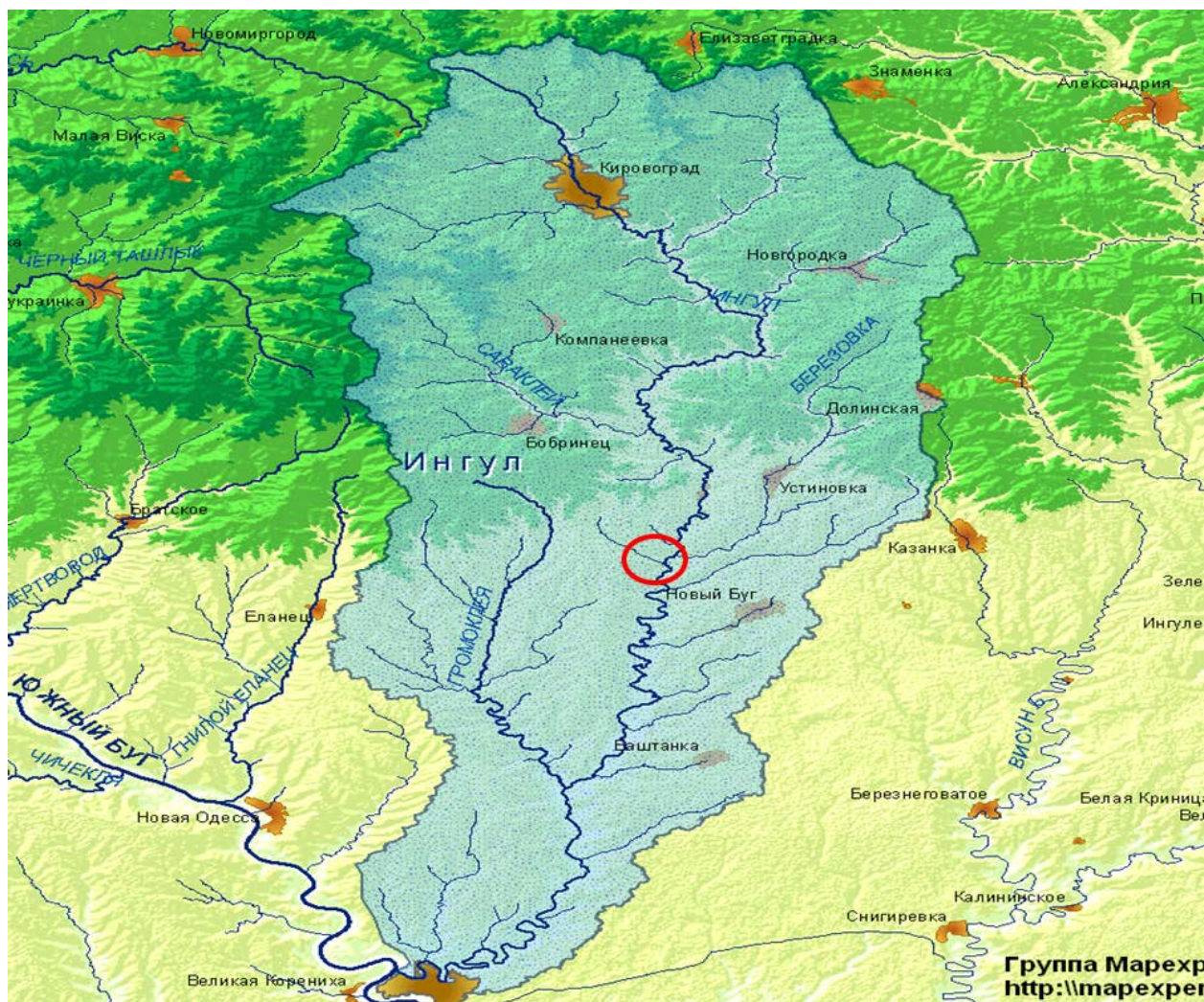


Рис. 1.1. Площа басейну водозбору річки Інгул [на основі геосайту <https://apps.apple.com/ua/app/geoexpert-world-geography-map/id515836751?l=uk>]

Середня витрата води у верхній частині течії (в створі села Новогорожено, за 118 км от устя) впродовж 1997-20112 років складає 8,84 м³/сек. На нижніх ділянках стік може втричі перевищувати цей показник, але в окремі роки (1956, 1975) влітку обсяги витрат води можуть падати до 1,3 м³/сек. Від устя вверх за течією річка було судохідна на 55 км (до села Пересадівки), але в останні десятиріччя через замулення фарватеру судноплавство припинено [17].

Річка Інгул, як одна з найбільш великих приток Південного Бугу є досить вивченою в гідрографічному плані, але сучасні морфометричні та

гідрологічні характеристик річки мають певні відмінності від показників початку-середини минулого століття, що демонстровано даними таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Морфометрична та гідрологічна характеристика річки Інгул

№ п.п	Найменування показників	Параметри		
		мінімальні (рання)	Середні багаторічні значення показнику	макси- мальні (пізня)
Загальні показники				
1.	Загальна площа басейну	9890		
2.	Площа басейну верхньої ділянки річки, км ²	4711	4770	4782
3.	Відстань витоків від гирла, км	-	205	-
4.	Довжина водостоку, км	-	149	-
5.	Середній уклон водостоку, %	-	1,09	-
6.	Коефіцієнт звивистості русла	-	1,27	-
7.	Густота річкової мережі, км/км ²	-	0,13	-
8	Відмітка нуля водопосту, м	-	54,71	-
Показники річкового стоку				
9.	Середній модуль стоку, л/с/км ²	0,35	1,32	2,85
10.	Середньорічна витрата води м ³ /см	1,66	6,30	13,6
11.	Річний об'єм стоку, млн.м ³	52,4	198	429
Весняна повінь				
12.	Найбільша термінова витрата, м ³ /см	2,75	178	757
13.	Об'єм стоку за повінь, млн.м ³	10,0	100	300
14.	Процент стоку за повінь, %	9	52	77

15.	Дата початку повені	9.I.55	21.II	15.III.7 1
16.	Дата найбільшої витрати	12.I.55	7. III	1.IV.56
17.	Дата кінця повені	1.III.66	15. IV	18.V.69
18.	Довготривалість повені, доб	25	54	94
19	Вищі рівні води, м БС	55,38	58,16	61,77
Дошові паводки				
20.	Максимальна витрата, м ³ /с	2,52	43,9	139
1.	Слой стоку паводка мм	0	1,5	4,1
22.	Вищі рівні води, м БС	55,30	56,25	57,52
Льодові явища				
23.	Дата початку льодоставу	2.IX.53	13.XII	5.II.75
24.	Дата початку льодоходу	13.II.58	9.III	2. IV.52
25.	Довготривалість льодоставу, діб	52	106	154
26	Найбільша товщина льоду, см	0	31	76
Твердий стік				
27.	Мутність води, г/м ³	78	630	2500
28.	Річний об'єм стоку наносів, т	4,1	200	1000

Згідно наведених даних (табл.1.1), річка проявляє значну варіабельність гідрологічних показників, що в цілому характерно для всіх степових річок зі сніго-дошовим живленням, прямо залежних від кліматичних параметрів року. Параметри стоку, наносів, поверхневого стоку та швидкості течії прямо вказують на їх лімітування дошовими і сніговими водами, які до того ж значно витрачаються на поповнення ґрунтових запасів вологи великої території водозбору.

У верхній частині річки Інгул розташовано два досить великих водосховища, які забезпечують водопостачання міста Кропивницьке та низки населених пунктів поблизу долини. На межі Кіровоградської та Миколаївської областей розташоване найбільше – Софіївське водосховище. Відповідно, значний вплив на гідрологічні параметри проявляють наслідки

техногенної та агрогосподарчої діяльності, пов'язані із розорюванням степів, схилів балок, побудовою ставків тощо, а також кліматичні зміни та сезонні коливання суми опадів [14].

За різними даними, в басейні Інгулу, а саме у його верхів'ях, формувалась одна із найбільш східних зон проникнення первинного землеробства часів Трипілля. Поряд із землеробством, верхів'я Інгулу здавна були однією із ключових територій кочового скотарства, забезпечуючи літні пасовища, а з початку середини минулого тисячоліття - цілорічне осіле скотарство. Довготривала і різноманітна антропогенна діяльність в зоні річкового басейну практично до початку XX сторіччя не підривала стабільність екосистем за умов екстенсивного господарювання, коли людина була елементом ландшафту та місцевих екосистем. Але, з початку минулого століття темпи агровиробництва в цій зоні набули нищівного рівня і призвели до руйнації практично всіх степових, лісостепових та плакорних біотопів. При певних порушеннях і втратах окремих компонентів місцевого агроландшафту нині збереглись лише долині та річкові екосистеми, але і вони з середини 50-х років були піддані техногенній трансформації, що прямо негативно впливало на гідрологічні та біотопічні параметри місцевості [24].

Гідрологічні характеристики водотоків сучасного періоду існування річки Інгул відображені даними таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Показники водотоку річки Інгул

№	Параметр контролю	Показник
1	Площа водозбору в створі греблі	6100 км ²
2	Максимальна витрата: 1% забезпеченості 5% забезпеченості	1250,0 м ³ /с 775,0 м ³ /с
3	Максимальний обсяг стоку: 1% забезпеченості 0,5% забезпеченості	775,0 млн.м ³ 854,0 млн.м ³
4	Середньобаторічний об'єм стоку: Річний	260 млн.м ³

	За повінь	192,0 млн.м ³ .
5	Обсяг стоку забезпеченістю (P%) P = 50% P = 75% P = 95%	233,4 млн.м ³ 137,2 млн.м ³ 53,6 млн.м ³
6	Середньомісячні літні мінімальні витрати за багаторічний період	0,083 м / с
7	Середньомісячні зимові мінімальні витрати за багаторічний період	0,25 м ³ /с
8	Абсолютні добові літні мінімальні витрати за багаторічний період	0,018 м ³ /с
9	Абсолютні добові зимові мінімальні витрати за багаторічний період	0,1 м ³ /с

Згідно наведених даних (Табл. 1.2) сучасні гідрологічні параметри стоку Інгулу є досить нестабільними, проявляючи пряму залежність від сезонних кліматичних коливань, а саме – від обсягу поверхневого стоку, літніх температур і рівня випаровування. При цьому, певне значення на вказані параметри мають і біотичні чинники – рослинність та фауністичні угруповання, які існують у річковій долині [36].

Твердий стік. Середньорічний показник вмісту у воді мінерального осаду складає 630 г/м³, максимальний досягав 2500 г/м³, показник максимальної термінової мутності у вересні 1971 року сягнув 8900 г/м³. У перерахунку на середній багаторічний стік води стік твердих наносів складає 200 тис. т/рік, середній річний модуль твердого стоку – 42 т/рік/км². Загалом води річки Інгул, особливо у її верхній течії, значно насичені мінеральними сполуками, а під час паводків – органікою та детритом. Наявність мінеральних домішок зумовлена специфікою дна та берегів річища, яке на відстані майже в 100 км розташоване на відрогах Українського кристалічного щита, що містить потужні гранітні шари та місцями значно розвинені шари осадових порід.

Льодові явища. Через постійну течію річка замерзає лише при великих морозах, звичайно кінці грудня і виходить із під льоду в кінці лютого. Загалом льодостав нестійкий. Зимовий режим ріки характеризується

нестійким льодоставом, що настає звичайно 15 грудня. Середня дата початку льодоходу – 10 березня. Тривалість льодоставу складає від 50 до 150 діб (у середньому 105 діб). Середня з найбільших товщина льоду – 31 см, максимальна - 76 см спостерігалася в березні 1964 р.

У 13-20% зим льодостав не спостерігається. Загальна ситуація по льодовому режиму ріки в цілому задовільна для умов існування риби, лише в окремі роки і лише на короткий час (2-10 діб) вся водна поверхня ріки буває скута кригою. Окрім цього, швидка течія ріки забезпечує існування промоїн та довге утримання ділянок чистої води на перекатах, що забезпечує достатнє насичення води киснем [32].

Ландшафт. Поверхня зони дослідження являє собою порізану балками рівнину з великими перепадами висот, розташовану на відрогах Українського кристалічного щита, виходи якого оголені вздовж річки Інгул, де подекуди утворюють скелі [46]. Загалом вся територія басейну полого нахилена в південному напрямі, тоді як річка Інгул протікає з півночі на південний. Верхів'я Інгулу приймають притоки, із який найбільш суттєвими є річки Громоклія і Березівка, а також по балкам цілий ряд дрібних, пересихаючих влітку струмків.

Клімат в зоні розташування Софіївського водосховища помірно-континентальний, з м'якою малосніжною зимою і жарким посушливим літом. Середньорічна температура повітря $+8-10^{\circ}\text{C}$, максимальна в літній період досягає $+38-40^{\circ}\text{C}$, мінімальна взимку $-30-34^{\circ}\text{C}$, пересічна температура січня складає $-4-5^{\circ}\text{C}$, липня $+21-23^{\circ}\text{C}$.

На території району в зимовий період переважають північно-східні вітри, влітку – південно-західні вітри. Максимальна швидкість вітру зафіксована у 1940 році – 34 м/сек. Вплив Чорного моря, розташованого за 140-150 км на південь (рис. 1.3), має місце постійно, формуючи специфічні кліматичні характеристики території. Проте, прямої дії бризові вітри Чорного моря в районі Верхнього Інгулу не проявляються [41].

Середня тривалість сонячного освітлення складає в червні 298 годин, у липні 336 годин, у вересні – 317 годин, що спричиняє середньодобову температуру поверхні ґрунту на рівні $+26-28^{\circ}\text{C}$ (максимум до 75°C у 2017 році). Безморозний період триває 190-230 діб, тривалість днів із температурою вище 0°C перевищує 280. Невипасаємий період для свійських тварин складає 100-110 днів.

Територія басейну Верхнього Інгулу піддана дії теплих повітряних мас, що надходять із Середземного моря, при частих входженнях повітря з Атлантичного океану. Тому для зимового сезону характерна похмура погода, тумани і відлиги, при яких добова температура підвищується до 5° і вище.

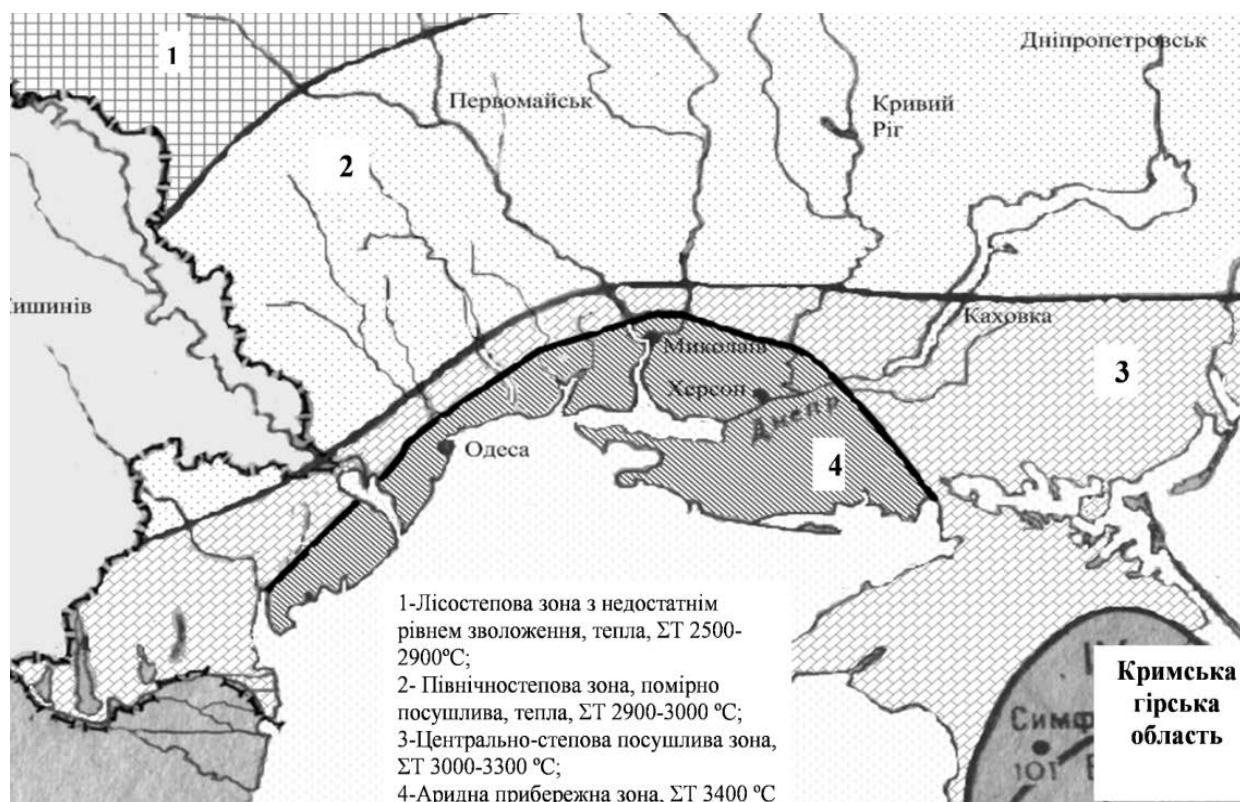


Рис. 1.3. Основні кліматичні зони території півдня України [за Агromетeоролoгiчним довідником, 1960]

У літній період циклонічна діяльність згасає, температура стає більш стійкою. Головну роль відіграє місцева трансформація повітряних мас.

У таблиці 1.3 наведено середні багаторічні показники температурного режиму басейну Інгулу за даними найближчої до його території метеостанції міста Кропивницьке.

Таблиця 1.3

Середні щомісячні (за багаторічний період) показники температури по метеостанції Кропивницьке

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Серед- ньорічна
Т°С	-3,9	-3,0	1,8	9,3	16,3	19,8	22,4	21,6	16,4	10,0	3,4	1,6	9,4

Самий холодний місяць року – січень, середня січнева температура повітря становить – 3,9°С. З трьох літніх місяців найтепліший липень, його максимальна температура в окремі роки може досягати +39°С. За початок весни береться стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0°С, який здійснюється в першій-другій декаді березня.

Характерними особливостями кліматичної зони, в якій розташований басейн верхів'я Інгулу, є часті суховії. Тривалість їх (сумарна) у теплий період року складає 15-20 днів, частими явищами є і пилові бурі, тривалістю до 9 днів. Звичайними є посухи, особливо тривалі у вересні-жовтні. Розподіл річних опадів на території типово зональний і в цілому переважає сезонна специфіка – найбільша звичайно зимово-весняна сума. Річна сума опадів складає в середньому 390-410 мм, максимальна зафіксована сума опадів складала 717 мм у 1947 році, мінімальна – 218 мм у 1911 році [40, 45].

Ґрунти дослідженої території характеризуються значним різноманіттям і їх склад залежать здебільш від рельєфу, який перерозподіляє тепловий і водяний баланс та створює умови для формування різноманітних типів міграції речовин і енергії. Ґрунтовий покрив вододілів представлений типовими звичайними середньо-, або малогумусними чорноземами. Загалом ґрунти району відрізняє потужний родючий шар із високим вмістом гумусу.

Переважають типові суглинисті, відносно щільні чорноземи з високим потенціалом родючості та вологоутримання [].

Первинні запаси чорноземів до наявного часу значно деградували через агрогосподарчу діяльність та суцільну оранку степів. За період останніх 50-ти років втрати запасів гумусу сягають до 30-45% у порівнянні із запасами 1939 року. На багатьох полях потужність пласту чорнозему зменшилися із 30-45 см до 10-12 см, що призвело до неможливості накопичення в ґрунті значних запасів вологи. Це спричинило падіння врожайності зернових культур, які без ґрунтових резервів вологи не здатні переносити тривалі бездощові періоди. Суцільна оранка та руйнація дерновинного шару надмірним випасом худоби вже в середині минулого сторіччя створили умови для інтенсивної вітрової та водної ерозії степів. Оранка схилів балок спричинила інтенсивне переміщення гумусної маси із полів на дно балок і річкових долин, набувають розвитку яри [42].

Ландшафти. Степи під впливом господарчої діяльності людини перетерпіли значні зміни, які особливої інтенсивності набули в другій половині XX століття. Зараз вони порізані лісосмугами, польовими дорогами, розділені балками та перелогами, що разом створює специфічний агроландшафт з рослинними угрупованнями змішаного типу. Сільськогосподарські угіддя відрізняє панування монокультур. При цьому переважають великі богарні поля площею 70-150 га, оконтурені частково деградованими лісосмугами, які були закладені ще в 40-х роках минулого століття. Цілинні степові біотопи збережені лише невеличкими ділянками в місцинах, непридатних для оранки (солончаки, виходи кам'яних пластів, балки тощо) і слугують основними природними резерватами для аборигенних фауністичних і флористичних угруповань.

Первинні степові біотопи в наявний час мають дрібно-локальний характер і в загальному плані не є визначальними, через переважання площ вторинних польових агроландшафтів. В останніх обсяги продукції наземної

фітомаси в значній мірі залежать від виду та сорту культурних рослин, рівня затінку, технологій обробки ґрунту тощо [37].

Підземно-гідрологічний характер місцевості досить складний, що зумовлено особливостями будови водотривких шарів, так і пересічними висотами місцевості. Шар осадових порід, поверх якого розташовані ґрунти, в основному представлений глинами та вапняковим щебенем. Потужність глинистого шару найбільша в центральних ділянках Новобузького і Казанківського районів, де сягає 10-20 м. Під глиною розташовані значні пласти вапняків і ракушняку, потужністю від 1 до 30-80 м, далі на північний захід осадові породи заміщені виходами гранітів, які досягають найбільшого розвитку в долинах Верхнього Інгулу та Громоклії.

Найбільш близько до поверхні ґрунтові води підходять на схилах і тальвегах балок, але в переважній більшості такі води значно мінералізовані, тож створюють у місцях виходу солончаки. Через інтенсивне господарче використання підземних вод набувають загострення негативні зміни гідрологічного режиму [30].

Залісненість. Степові простори Бузько-Інгулецького межиріччя ще до середини XX століття відрізняла майже повна відсутність природних лісів, лише в долинах річок існували невеликі природні деревостої байрачного типу. У наявний час, завдяки штучним лісонасадженням, створені лісосмуги, островні ліси та невеликі лісові масиви, які концентровані в долині Інгулу. Все ж загальна лісистість території досліджень (Новобузький район) не перевищує 6% загальної площі, із яких майже 4% займають лісосмуги та польові лісонасадження.

Аборигенні рослинні угруповання, характерні для Степової зони, в наявний час збережені лише на невеликих первинних ділянках, які уникли оранки. Навіть на таких ділянках сучасні рослинні угруповання частково втратили автентичність і піддані впливу ряду поширених місцевих і завізних видів рослин, у числі яких переважають високорослі полині та амброзії.

Сучасна різноманітність рослинних угруповань мозаїчного агроландшафту водозбору Верхнього Інгулу визначає досить високі захисні та кормові умови для існування аборигенних і акліматизованих видів ссавців. Одночасно із певною заміною типово ксерофітної степової рослинності на «синтетичні» угруповання агроландшафту, останні створюють умови для проникнення та існування в степовій зоні багатьох алохтонних видів тварин [31].

У долині Інгулу впродовж 1961-2021 рр. були виконані потужні лісомеліоративні роботи, що привели до заліснення берегів та формування на них специфічного інразонального ландшафту, який поєднує водні, лугові, заплавні, лісові, степові та болотні біотопи. Площа суцільного заліснення прибережної захисної смуги вздовж Софіївського водосховища зараз становить 194,1 га². Захисні лісонасадження по берегах водосховища представлені переважно посадкою робінії псевдоакації. Ширина прибережних лісонасаджень коливається від 100-120 м у ширину (в пригреблевій частини водойми), але в районі села Новорозанівка і верхів'я водосховища не перевищує 15-20 м. Формування в цій ділянці відповідного прибережно-лісового біоценозу призвело до необхідності обмеження антропогенного та господарчого впливу на річку [Офіційний Сайт Миколаївського управління лісового і мисливського господарства].

Фауністичні угруповання. Багатство та доступність рослинного корму слугували базовою причиною високої чисельності в степах різних видів копитних і гризунів, які виступали в якості основних споживачів свіжої зелені та сухої рослинності. Група типово степових форм ссавців до середини XX сторіччя була представлена переважно гризунами, в числі яких тушканчик *A. jaculus*, хом'ячок *C. migratorius*, степова пістрявка *L. lagurus*, крапчастий ховрах *C. suslika*, сліпаки *S. microphthaimus*, *S. leucododon*, сліпушок *E. talpinus*, курганчикова миша *M. sergii*, різні види полівок *Microtus*. Степовими ендеміками також є білий степовий тхір *M. evermanni* та тхір-перегузня *V. peregusna*. Досить чисельною була група видів-

транспалеарктів, представлених зайцем-русаком *L. europaeus*, хом'яком звичайним *C. cricetus*, куницею кам'яною (білодушка) *M. foina*, лисицею *V. vulpes*, борсуком *M. meles*, ласкою *M. nivalis*, горностаєм *M. erminea*, вовком *C. lupus*. Насадження чисельних лісосмуг і невеликих лісових масивів призвели до проникнення багатьох видів ссавців, які раніше там були відсутні – з'явилися лісові види полівок, чорний тхір, козуля, дикий кабан. Вказані види, разом із аборигенами степової зони, формують змішаний характер фауністичних угруповань, що розширює і видовий склад місцевих паразитоценозів, одночасно ускладнюючи їх біоценотичні зв'язки [53].

1.3. Іхтіоценози та акваценози річкової гідроекосистеми Інгулу

Під впливом невинно зростаючого тиску господарської діяльності людини на довкілля Півдня України, вже в середині ХХ-го сторіччя виникла суттєва деградація річки Інгул, умов існування їх гідроценозів і мешканців. Зокрема відбулися і тривають помітні зміни в іхтіофауні, про що свідчить скорочення видового різноманіття рибного населення не тільки для річки Інгул, але і для більшості прісноводних водойм та морських вод Причорномор'я. Іхтіоценози річки Інгул та інших річок Бузького Пониззя слугували об'єктом досить прискіпливого вивчення, результати якого відображені в чисельних публікаціях (Овен, Салехова, 1969; Мовчан и др., 1978; Пинчук и др.; 1985; Мовчан, 1988, 2000, 2001; Денщик, 1994; Щербуха и др., 1995; Болтачев, 1999, 2003; Волошкевич, 1999; Смірнов, 2001; Хуторной, 2001; Болтачев, Юрахно, 2002; Дирипаско, 2002; Худий, 2002; Щербуха, 2004).

При розгляді сучасного стану прісноводної іхтіофауни України стає очевидною незадовільна і нерівномірна вивченість фауністичного складу риб окремих акваторій, сучасного поширення окремих видів, чисельності локальних популяцій тощо. За останні два-три десятиліття більш-менш повно

в цьому плані охоплені дослідженнями прісноводні водойми (басейни Тиси, пониззя Дунаю, Дністра, Сіверського Дінця, річки Північного Приазов'я), для яких навіть зроблено спробу дати оцінку різноманіттю рибного населення [Мовчан, 2005].

Відсутність постійного фауністичного моніторингу на водоймах утруднює розробку питань оцінки чисельності, раціонального використання рибних ресурсів і особливо актуальних у наш час підходів у справі охорони риб. Як відомо, до Червоної книги України (1994), яка повинна поновлюватися кожні 10 років, занесено 34 види та підвиди міног і риб, що складає близько 16% відмічених в іхтіофауні країни таксонів. Червона книга в редакції 2010 року вже містить відчутно більше видів, які знаходяться в загрозливому стані.

Сучасна прісноводна іхтіофауна України представлена 63 родинами, 135 родами, що поєднують 205 видів, в тому числі 22 аккліматизанти, з яких 2 види - чебачок амурський та бичок-головешка Глена, є самоаккліматизантами. Останні є украй небажаними видами, які здатні швидко розмножуватись, підриваючи при цьому місцеву кормову базу та прямо винищуючи ікру і мальки риб-аборигенів.

Інгул, як притока Південного Бугу є річкою, іхтіофауна якої сформована під впливом іхтіофауни навколишніх водойм, що надає останній ознаки контактної зоогеографічної зони. Так, на початку ХХ століття в Дніпро-Бузькому лимані існувало більш 70 видів риб, хоча в басейнах цих річок описано 110 видів та підвидів риб. На середину 50-х років минулого століття в дельтових зонах Південного Бугу (до м. Нова Одеса) та Дніпра (до греблі Каховської ГЕС) внаслідок зарегулювання стоку і значного зменшення швидкості течії нерестилища стали покриватись намулом. Це призвело до різкого зменшення чисельності, а потім і до зникнення таких риб, як шип, стерлядь, лосось чорноморський, вирезуб, головень, подуст, вусач, шемая,

чехоня та деяких інших. З'явилися також і вселенці – короп звичайний, амур білий, товстолоб білий, чебачок амурський, сонячний окунь.

Особливо негативні явища відбулись з іхтіофауною річки Південний Буг, русло якого перекрито низкою гребель, вище яких створені руслові ставки та водосховища. На кінець 70-х років у Південному Бугу та його притоках, в тому числі в Інгулі було встановлено 75 видів та підвидів риб, у числі яких в середній та нижній течії найбільш звичайними були вусач дніпровський, шереспер (білизна), головень, подуст, сом, судак, лящ, плітка, густера, карась звичайний (золотистий), окунь, щука. До початку 90-х років XX сторіччя місцева іхтіофауна поповнилась інтродукованими видами і вселенцями - товстолобом звичайним, сомиком канальним, чебачком амурським [39].

Річка Інгул здавна славилась своїми рибними багатствами, які поступаючись за обсягами дніпровським та бузьким, значно перевершували останні різноманіттям видового складу. Так, за описами давніх та сучасних авторів, саме Інгул слугував однією із найважливіших нерестових річок для чорноморського лосося та осетрових риб, забезпечуючи їх відтворення в Північному Причорномор'ї. За різними даними, окремі особини лосося були фіксовані в Інгулі ще в 50-х роках минулого століття, а осетрові – до початку 80-х років. Таке капітальне видання початку минулого століття, як відома іхтіологічна робота Л.П. Сабанєєва (1892), а також праці Ф. Кеслера (1848), Паласса (1789) та інших науковців, надають загальну уяву про важливість річки Інгулу в підтримці чорноморських популяцій прохідних видів риб.

Окрім прохідних, у річці існувала «туводна іхтіофауна, за видовим складом загалом характерна для Півдня України, але із наявністю холодноводних та швидкотечійних реліктових видів, які в інших річках регіону практично відсутні, або зустрічаються лише в порожистих ділянках. До цієї групи реофілів більшість іхтіологів відносили шереспера, головня, усача, в'язя, стерлядь, форель (пістрявка), осілого рибця (сирть) і чехоню. З

їх числа нині звичайними лишаються щука, судак, сом та вязь. Щука переважає в нижній течії, поступово заміщуючись до верхів'я судаком [32, 35]. Звичайний, або золотистий карась *Carassius carassius* з середини 90-х років повністю витіснений сріблястим карасем і нині на Півдні України практично відсутній. Відбулось заселення річки різними видами бичків, які з лиману заселили більшість річок регіону.

Прохідні види. Основою даної групи риб у басейні Південного Бугу практично до початку XX століття були в першу чергу **осетрові** – білуга *Huso huso Linnaeus, 1758*, руський (чорноморський) осетр *Acipenser gueldenstaedtii Brandt, 1833*, севрюга *Acipenser stellatus Pallas, 1771*, в меншій мірі – стерлядь *Acipenser ruthenus Linnaeus, 1758*.

Риби цієї родини різко відмінні за розмірами – від дрібної стерлядки до величезної білуги, але в цілому схожі за виглядом. На їх подовженому веретеновидному тілі є п'ять рядів кістяних «жучків» — випуклих, зверху неправильної форми. Один ряд їх розташований на спині, два — по бокам тіла і два — на черевній стороні. Передня частина голови витягнута в подовжене носове утворення, ротова щілина знаходиться на нижній стороні голови у вигляді поперечної щілини, обрамленої м'ясистими губами. Спереду рота, на нижній стороні голови — чотири вусики, зуби у дорослих риб відсутні, замість них щелепний роговий валик. Великі обсяги відлову осетрових риб здавна характерні саме для Дніпро-Бузького лиману, піддаючись масовому відлову навесні. Так, лише на Волоській косі рибалки в 1873 році спіймали та відправили на продаж більше 600 тон осетрових, у тому числі 301 пуд (4,8 тон) чорної ікри, переважно білуги. В самому Інгулі осетрові риби не піддавались масованому вилову, там зустрічались окремі особини осетра, більш звичайною була стерлядь, яку теж ловили навесні [2, 11].

Представники родини лососевих *Salmonidae* до початку XX століття були нечастими, проте звичайними сезонними і постійними мешканцями

Інгулу, підіймаючись по річці аж до її верхів'я. Із числа лососевих риб в Інгул заходив лосось чорноморський (прохідна форма - кумжа чорноморська) *Salmo labrax Pallas, 1814*. Присутня також була струмкова форель-пістрявка. Зустрічаються окремі посилення на знаходження в Інгулі харіуса *Thymallus thymallus Linnaeus, 1758*, але впродовж XX століття чітких фактів щодо знаходження даного виду не фіксовано.

Яскравим представником прохідних, суто катадромних риб був річковий вугор звичайний (європейський) *Anguilla anguilla Linnaeus, 1758*, який іноді траплявся в Інгулі, особливо у його нижній частині. До наявного часу випадки знаходження вугра у край рідкісні. Останній випадок здобуття вугра в Інгулі описаний у 1993 році побіля міста Миколаєва [8, 30].

Не менш яскравим представником групи прохідних видів до початку XX століття був вирезуб *Rutilus frisii Nordmann, 1840*, який харчуючись у дельтових зонах Дніпра та Бугу, а також в морській акваторії (до Одеси) для нересту підіймався по річкам Причорномор'я аж до їх верхів'я. Окрім цього, в Інгулі завжди існували і осілі (туводні) форми цього виду, які заселяли верхню частину течії з кам'янистим дном та швидким водотоком. До наявного часу випадки знаходження вирезуба в річці Південний Буг невідомі, вид для Інгулу вид вважається зниклим із середини минулого століття.

Практично на протязі лише останніх 30 років в Інгулі майже повністю зникли такі відомі та раніше численні види прохідної групи, як рибець (сирть, рибець чорноморський) *Vimba vimba Linnaeus, 1758* (*Vimba vimba carinata (Pallas, 1814)*) та південний підвид плітки - азово-чорноморська тарань *R. rutilus heckeli* [39].

Група туводних, або непрохідних видів поєднує осілі види та популяції риб, типових для річок Північного Причорномор'я загалом. У числі останніх потрібно вказати типових аборигенів річок регіону, як в'юн *Misgurnus fossilis Linnaeus, 1758*, сом звичайний *Siluris glanis Linnaeus, 1758*, а також чисельні представники родини окуневих Percidae – судак *Sander*

lucioperca Linnaeus, 1758, йорж *Gymnocephalus cernua Linnaeus, 1758*, окунь *Perca fluviatilis Linnaeus, 1758*.

Для Інгулу найбільш типовими є представники родини карпових Cyprinidae, до якої взагалі належить більше половини прісноводних видів риб України. Для останніх характерна відсутність зубів на щелепах та наявність одного-трьох рядів так званих глоточних зубів, за допомогою яких риби подрібнюють і перетирають тверду рослинну їжу. Плавники їх складаються з гіллястих та негіллястих променів. Жировий плавник відсутній. До цієї родини відносяться чисельні та звичайні для Півдня України види риб, які існували та існують в Інгулі. Серед них потрібно виділити групу реофілів, які полюбують кам'янисте дно та швидку течію. В першу чергу це славнозвісна білизна, або шереспер *Aspius aspius Linnaeus, 1758*, головень *Squalius cephalus Linnaeus, 1758*, пічкур (бобурець, калинка) *Petroleuciscus borysthenticus Kessler, 1859*, бистрянкa (південний підвид) *Alburnoides bipunctatus Bloch, 1782*, верхівка (вівсянка) *Leucaspis delineatus Heckel, 1843*, в'язь *Idus idus Linnaeus, 1758* [39].

Більш спокійну, часом мулисту воду полюбає карась звичайний золотий *Carassius auratus carassius*, який у наявний час практично витіснений карасем срібним *Carassius auratus gibelio* та його помісями. Також чисельними є короп *Cyprinus carpio carpio Linnaeus, 1758*, густера *Blicca bjoerkna Linnaeus, 1758*, краснопірка *Scardinius erythrophthalmus Linnaeus, 1758*. Останню часто плутають із пліткою *Rutilus rutilus*, яскравого окрасу особини плітки приймають за краснопірку, але ці види значно різняться між собою). Присутній у Інгулі та в Софіївському водосховищі зокрема лящ *Abramis brama Linnaeus, 1758*. За останні роки нічого не відомо про подуста (чорнопуз, чорнобрюх) *Chondrostoma nasus Linnaeus, 1758*. На жаль, зникли вусач звичайний (марена, мирон, вусач європейський) *Barbus barbus Linnaeus, 1758*, линь *Tinca tinca Linnaeus, 1758* [40].

Із середини минулого століття в Інгулі стали зустрічатись представники низки алохтонних видів, таких як короп, білий амур *Ctenopharyngodon idella Valenciennes, 1844*, ротан (головешка Глена, бичок Глена) *Perccottus glenii Dybowski, 1877*, товстолоб білий *Hypophthalmichthys molitrix Valenciennes, 1844*. Більшість видів-алохтонів відрізняє висока екологічна пластичність та здатність до швидкої кормової адаптації та можливість виживання у водах із різним гідрохімічним градієнтом. Значна частина алохтонів – короп, білий амур, товстолоб, культивована людиною, але інші є суто інвазійними видами, які самі проникли до водойми.

КОРОТКИЙ ВИСНОВОК ЗА ОГЛЯДОМ ЛІТЕРАТУРИ

Узагальнюючи наявний, досить великий за об'ємом та за роками матеріал щодо еколого-гідрологічного стану річки Інгул, її іхтіофауни та стану біорізноманіття регіону в цілому, потрібно перш за все сказати про явну обмеженість сучасних інформаційних матеріалів щодо вказаних питань.

Така ситуація характерна щодо видового складу риб степових річок в цілому. Практично відсутні узагальнюючі роботи з питань оцінки екологічного стану річок та водойм, особливо в зоні Степу. При цьому відомо, що в останні роки екологічна ситуація на малих водосховищах значно погіршилась внаслідок зростаючого антропогенного навантаження на них, що призвело до якісних і кількісних змін водного середовища, іхтіофауни, донних відкладів. Але як і настільки це вплинуло безпосередньо на гідробіоценози лишається в деталях невідомим.

Особливої актуальності набули питання оцінки стану гідроекосистем малих водосховищ. Останні функціонують згідно з вимогами водокористувачів, тож фіксація та прогнозуванні змін, що відбуваються в них під дією антропогенних чинників мають досить хаотичний характер.

Вітчизняними дослідниками вказані проблеми опрацьовані недостатньо, тож постійно перед господарниками постає проблема конструювання високопродуктивних штучних водних екосистем, а також питання їх функціонування, керування й контролю формування біоресурсів і якості води в умовах зростаючого антропогенного навантаження.

Існуючі уявлення стосовно Софіївського водосховища та річки Інгул взагалі ще далекі від свого вирішення. У зв'язку з цим розгляд накопичених даних вимагає системного підходу з метою загальної оцінки стану біорізноманіття водойми. Тому будь які наукові пошуки, критичний аналіз і теоретичне обґрунтування у цьому напрямі зберігають свої актуальність і перспективність.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріали та об'єкти досліджень

Основним матеріалом слугували результати власних польових досліджень, виконаних в 2023-2024 роках у акваторії Софіївського водосховища та прилеглих ділянках річки Інгул, розташованих у межах нинішнього Баштанського району Миколаївської області. Додатковими матеріалами слугували літературні ретроспективні дані, отримані з наукової літератури, періодичної та монографічної. Інформаційну базу даної роботи формували методичні та фактичні матеріали, представлені в статтях Водного Кодексу України, в положеннях та документації Водної Рамкової Угоди країн ЄС, певних ДОСТах України, нормативах і рекомендаціях.

Ретроспективні аналізи видової структури, кількісного складу та показників чисельності фауністичних угруповань базовані на огляді архівних і літературних даних (з 1873 року). Матеріалом для аналізу та оцінки видового складу риби річки Інгул за період 1961-2024 рр. слугували звітні дані Миколаївського обласного управління екології, басейнового управління рибохорони, а також дані офіційної екологічної статистики. Їх результати були основою для проведення аналізів та побудови наукових абстракцій критично-наслідкових зв'язків, простежених у певній логічно обґрунтованій послідовності.

Матеріалом для аналізу біокліматичних характеристик місцевості слугували дані щодо основних кліматичних факторів – температури, опадів, вологості повітря, висоти над рівнем моря, стану ґрунтів тощо. Останні були надані Миколаївським обласним та районними підрозділами Головного управління Гідрометеослужби України. Значну допомогу в отриманні ретроспективного фактичного матеріалу щодо кліматичних умов, обсягів аграрного виробництва, характеру та стану ґрунтів, надало Новобузька

гідрометеостанція. Додатково в аналітичних дослідженнях використовували і ретроспективні літературні дані.

Отримані фактичні матеріали та результати аналітичних досліджень постійно піддавали порівняльним оцінкам із ретроспективними (звітними та літературними) даними, що дало змогу встановити основні регіональні та басейнові відмінності об'єкту дослідження, а також динаміку змін кількісних характеристик видів тварин і рослин у межах досліджуваної території.

2.2. Методи досліджень

Функціонування гідроекосистем та агрооекосистем зумовлено складними взаємозв'язками його компонентів, які в цілому породжують прояв у край різноманітних факторів впливу на природу, суспільство, стан здоров'я та побуту населення регіону (перший рівень). Вказані прояви, через синтезний метод наукового пізнання, розглядали та аналізували у їх взаємозв'язку (взаємозалежності), використовуючи аксіоматичний і аналогічний методи обґрунтування теоретичних основ оцінки ситуації та її прогнозу (другий рівень). З використанням історичних та ретроспективних даних виконували узагальнюючий порівняльний аналіз, спрямований на розкриття принципів і закономірностей структурно-функціональної організації угруповань, як ключових елементів механізму саморегуляції існуючих екологічних утворень регіону (третій рівень).

Особливості тематики зумовили переважне значення експедиційно-польових методів досліджень. Окрім цього, специфіка даної роботи, орієнтована на розкриття загальних закономірностей біотичних змін локального гідробіоценозу, що не вимагає детальних і кропітких контролів та багатофакторних аналітичних узагальнень кореляційного плану. Одночасно в процесі сезонних (весна, літо, осінь, зима) спеціальних досліджень вивчали абіотичну і біотичну складові екосистем річкової долини та території

басейну.

Аналітичні та статистичні дослідження. Математичну обробку результатів досліджень проводили за рекомендаціями І. А. Бакулова, які передбачають обчислення середніх показників, групування даних, визначення показника кореляції, визначення ймовірності та рівня значимості отриманих результатів. Всі інші показники розраховували за стандартними методиками біостатистики.

При обчисленні результатів польових досліджень дані первинного обліку пошукових об'єктів, зафіксованих на дослідній території, піддавали звичайним методам підрахунку: обчислення середніх показників, обсягів помилки, групування даних, визначення показника кореляції, ймовірності та рівня значимості. Для вірогідності узагальнених результатів вже на першому етапі досліджень були розраховані кількісні обсяги проб на певну територію дослідження з використанням формули Еліота: $n=25 \times S^2/D^2$, де n – шукане число проб, D^2 – показник орієнтовної щільності, S^2 (емпірична дисперсія) – варіанса числа показнику щільності.

Абсолютну щільність особин певного виду на досліджуваній ділянці визначали як середнє арифметичне кількості зафіксованих організмів (даного виду) в межах водного дзеркала. Оцінку помилки щільності (SE_p) визначали через поняття варіанси (S^2), використовуючи її у формулі $SE_p = \sqrt{S^2/n}$, де S^2 – варіанса числа щільності, а n – число проб. За вірогідні приймали результати, при яких відношення D/SE_p дає число, яке більше, або рівне 5, що вказує на варіативність похибки в межах 20% величини встановленого показнику щільності [].

Аналіз динаміки чисельності риб різних видів передбачав розрахунки змін чисельності в часі, що вимагало статистичної оцінки (або присутності) показнику монотонної спрямованості змін (тобто наявності тренду) та встановлення факту циклічності та його характеристик.

Обробку фактичного цифрового матеріалу проводили автоматизовано

на персональному комп'ютері з допомогою пакету програм «Excel – 2020/Статистика». Додатково проводили окремі комп'ютерні розрахунки на основі кореляційного, дисперсного, факторного та кластерного аналізу з допомогою пакету програм «Excel – 2015 - Аналіз».

Загалом, перелік методик, використаних в процесі досліджень за темою роботи, відповідає поставленим задачам і дозволяє отримати первинні результати, придатні для аналітичних узагальнень.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Стан Софіївського водосховища та прилеглих ділянок басейну річки Інгул

Річка Інгул бере свій початок у лісовій котловині поблизу села Бровкове Кіровоградської області. Витоки Інгулу розташовані досить близько до Чорного лісу на півночі Кіровоградської області і раніше вірогідно знаходились в зоні придніпровської смуги широколистих лісів. Надалі Інгул приймає дрібні притоки і виходить на межі міста Кропивницьке, де за допомогою дамб створено низку невеликих малопроточних водойм [20].

Річка Інгул має довжину по руслу 354 км із площею 9890 км² (за іншими джерелами - 9787,7 км²) та протікає у верхній частині Південно-Придніпровської Височини. Після прийняття лівої притоки – річки Громоклія, Інгул виходить у межі Причорноморської Низовини та впадає до Південного Бугу в межах міста Миколаєва. При цьому Інгул приймає до свого русла 396 малих річок, із них довжиною менше 10 км – 353 та 43 водотоки довжиною більше 10 км. Сумарна довжина гідромережі Інгулу складає 1922 км. Густина річкової мережі в басейні Інгулу в середньому складає 0,23 км/км² (в басейні Південного Бугу – 0,33). Основні притоки - Громоклія (довжина - 96,8 км), Березівка (довжина - 70 км), Сухоклія, Кам'янка, Аджамка, Грузська, Лозоватка, Кандауровські Води, Саваклій (довжина - 51,6 км). Найбільші серед малих річок, довжина яких понад 10 км, це річки Крутоярка, Северинівка, Мамайка, Грузька, Березівка, Стовбова, Сагайдак. Більшість цих малих річок зарегульовані чисельними греблями та містять 29 руслових водосховищ із сумарною площею водного дзеркала 2,8 тис. га і об'ємом води 93,3 млн м³. Окрім цього, в басейні присутні 673 стави, відповідно з сумарною площею 4,93 тис. га і об'ємом 80,9 млн м³ [22].

Постійно проточне русло Інгулу, як самостійної, з цілорічною течією

річки практично розпочинається на півдні Кіровоградської області, швидко сягаючи межі Новобузького району Миколаївської області (Рис. 3.1). Середня частина річки розташована в межах Баштанського району і на відстані 40 км від устя переходить в нижню частину течії, формуючи передгірлове пониження. Саме в цій частині Інгул був суднохідним, але за останні 30 років ця ділянка жодного разу не піддавалась дноочисним роботам і значно замулена.

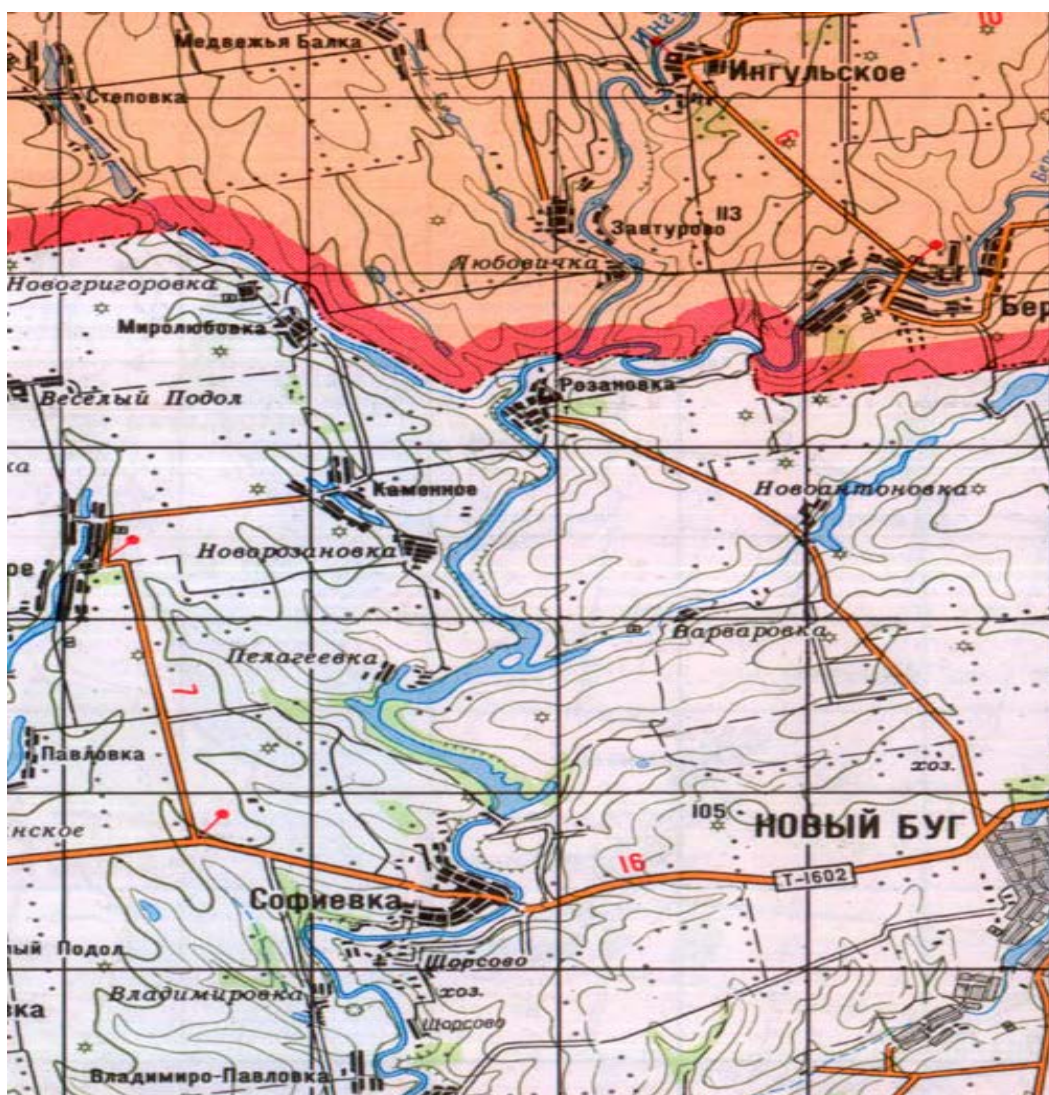


Рис. 3.1. Територія верхів'я Інгулу на межі Миколаївської та Кіровоградської областей, на основі Карти Генерального штабу 1983 року

Стан біоценотичних комплексів Верхнього та Середнього Інгулу в наявний час значно порушений гідротехнічними спорудами і досить

нестабільний. Найбільш виражені деструктивні явища торкнулись водних і навколоводних угруповань та іхтіофауни загалом. Проте, видове різноманіття риб досить значне, особливо у пониззі, де раніше були розташовані основні нерестові зони прохідних видів риб. До наявного часу Інгул зберігає статус нерестової річки.

За різними джерелами початку XX століття для Інгулу та пониззя Південного Бугу наводиться від 35 до 38 видів риб, серед яких більше 25 видів були звичайними. Загалом, до середини минулого століття, тобто до побудови на річці Інгул Софіївського водосховища, в річці чітко зберігалось основне ядро первинної туводної іхтіофауни. Незважаючи на грандіозні антропогенні трансформації та перетворення степів Північного Причорномор'я, що безперечно привело до порушень гідрологічного режиму річки та її іхтіофауни, особливо виражене у верхній частині течії, річковий біоценоз вперто зберігав видову основу риб. Найбільш помітною зміною стала в цей період загально - негативна зміна чисельності риби практично всіх видів, окрім бичків та корюшки. Особливо різке падіння чисельності характерно для прохідних видів риб, які вже за 50-ті роки зустрічались в одиничних екземплярах і заходились на межі зникнення. Проте, потрібно констатувати, що екосистеми Інгулу зберегли певну здатність до самоочищення, процеси якого завдяки збереженню цілорічного проточного режиму протікають найбільш інтенсивно саме на межі Кіровоградської та Миколаївської областей. Річка та річкова долина даної території до наявного часу утримують частково порушенні екосистеми, які стійко протидіють основним антропогенним чинникам, зберігаючи природне середовище та його біорізноманіття на рівнях, які набагато вищі за рівні витоків та нижньої ділянки течії [28].

3.2. Фізичні та гідрохімічні характеристики водосховища

Одним із найбільш проблемних складових сучасного стану водосховища виступає явище мулонакопичення. Останнє зумовлено значним твердим та колоїдним стоком Інгулу, природна міграція якого перекрита греблею Софіївського водосховища. Відповідно, в каньйоні долини Інгулу, де раніше існував швидкотечійний режим, нині розташоване саме тіло водойми, підводні течії якого значно блоковані рельєфом дна та берегів. У результаті саме на ділянках давніх меандрів відбувається інтенсивне осаджування піску, гравію та ґрунтових залишок, які й формують досить потужні ділянки замулення з потужністю до 2 м і більше.

Засновник сучасної ґрунтології В.В. Докучаєв ще в позаминулому столітті вказував, що «ґрунт, як особливе природне тіло, формується в результаті тісної взаємодії наступних факторів - клімату, рослинності, ґрунтоутворюючих порід, рельєфу місцевості і віку країни (часу). Сполучення факторів ґрунтоутворення - це комбінація екологічних умов розвитку ґрунтоутворювального процесу і ґрунтів. Необхідно також враховувати ще один фактор – виробничу діяльність людини, що створює як прямий, так і непрямий вплив на ґрунтоутворення і ґрунтовий процес» [29]. Саме останній фактор набув значення ключового, наслідки впливу якого мають безліч проявів, так, в числі основних антропогенних чинників, які мають ключове значення щодо впливу на стан долинних екосистем. Серед вказаних факторів потрібно виділити наступні:

1. Алювіально-деалювіальний чинник, зумовлений поверхневим стоком з території річкового басейну, а особливо з площі річкової долини;
2. Щільно пов'язаний з попереднім – чинник оранки земель із кутом нахилу схилів більше 3°;
3. Пряме винищення аборигенної рослинності та штучна заміна видової структури фітоценозів річкової долини;

4. Створення водосховищ з наступною трендовою зміною природного гідрологічного режиму річки;
5. Зарегульованість стоку річки та обмеження самоочищення водотоку за рахунок дії паводкових механізмів;
6. Негативні зміни хімічного складу води, в т.ч. кисневі дефіцити;
7. Значний відбір річкової води на питні потреби та на полив;
8. Забруднення ріки стічними водами;
9. Пряме антропогенне знищення первинних екосистем річкової долини з наступною заміною їх вторинними спрощеними агроекосистемами з мінімальним рівнем саморегуляції.

Безперечно, що вказані чинники можуть мати і природне походження, але дія останніх успішно нівелюється в умовах збереження природних екосистем, тож саме їх антропогенний генезис спричиняє потужність дії та глобальність наслідків. Оцінка дії та наслідків їх впливу на річку Інгул у верхній ділянці течії слугує предметом наукових досліджень за темою магістерської роботи, тож вивченню цих чинників була надана відповідна увага.

Алювіальний чинник, зумовлений поверхневим стоком з території річкового басейну, а особливо з площі річкової долини, є постійно актуальним. Під алювіальним чинником зараз розуміють не лише класичне визначення алювію, а комплекс субстрату алювіально-елювіального-деалювіального походження, в якому основну частку складають ґрунтові компоненти (делювій). При цьому звичайно первинні гірські чи материнські породи, з яких формується ґрунт, утримують значення ґрунтоутворювальних. Саме ця порода є матеріальною основою ґрунту і передає їй свій механічний, мінералогічний і хімічний склад, а також фізичні, хімічні, фізико-хімічні властивості, що надалі поступово змінюються в різному ступені під впливом ґрунтоутворювального процесу. Для зони досліджень характерним є певна стратиграфічна структура материнських порід, яка загалом типова для всіх

грунтів з південного фасу Українського кристалічного щиту, складеного гранітами та частково гнейсами з потужними перевідкладеннями осадових порід [24].

Головне екологічне значення щодо стану і якості сучасних ґрунтів та долини і русла річки Інгул має делювій, який являє собою змиті з денної поверхні частки ґрунту, органіки, детриту, дрібної фракції материнських порід тощо. Звичайно, що оранка ґрунтів укр. різко стимулює обсяги утворення і головне – обсяги переміщення делювію, сприяючи накопиченню останнього в найнижчих ділянках рельєфу, в числі яких переважають річкові долини. Діяльність площинних потоків прямо залежить від ступеня задернованості (покриття трав'янистою рослинністю) території. На нерозораних схилах, де породи ущільнені і покриті травою, поверхнева ерозія (площинний змив) відбувається набагато повільніше.

Гідрохімічна характеристика водосховища. Малі притокові річки, які формують стік з водозбору Софіївського водосховища є суто тимчасовими водотоками, які функціонують навесні. Їх маловодність є запорукою відсутності ефектної протидії поверхневим забрудненням, які ускладнюються скидами з населених пунктів. Все це значно впливає на рівень мінералізації стокової води та загальний гідрохімічний стан річки Інгул та Софіївського водосховища. Згідно даних моніторингових спостережень екологічної служби, якість поверхневих вод у зоні Софіївського водосховища у порівнянні з попередніми роками практично не змінилася.

Для води відкритих водойм півдня України зазвичай переважають три аніони (гідрокарбонат HCO_3^- , хлорид Cl^- і сульфат SO_4^{2-}) та чотири катіони (кальцій Ca^{2+} , магній Mg^{2+} , натрій Na^+ , калій K^+), які мають назву головних іонів. Хлорид-іони надають воді солоний смак, сульфат-іони, іони кальцію та магнію – гіркий, гідрокарбонат-іони не мають смаку.

За рівнем мінералізації вод розрізняють ультрапрісні (0,03-0,1 г/л), прісні (0,1-0,3 г/л), мало солоні (1-3 г/л), солонуваті (3-10 г/л), солоні (10-30 г/л), слабкі розсоли (30-100 г/л), міцні розсоли (вище 100 г/л). Води річок Миколаївської області належать до гідрокарбонатного класу, за складом катіонів проявляючи виключне переважання кальцію [22]. Водночас, саме для річки Інгул характерна висока присутність натрію (на рівні 100-130 мг/л) та постійно висока мінералізація в межах 2400-4100 мг/л [17]. При цьому рівень загальної мінералізації повільно, але неухильно зростає.

З метою детальної оцінки гідрохімічних характеристик води річки Інгул у межах досліджуваного водосховища були виконані огляди архівних і сучасних даних щодо результатів контролю води на питних водозаборах Софіївського водосховища та на гідропосту села Новгороджено. Характеристики водозаборів наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Характеристики місць відбору проб води

Показники	Створ 1	Створ 2
Ширина русла	3,1 м	2,8 м
Глибина	0,28 м	0,1 м
Площа поперечного перерізу, F м кв.	0,87 м.кв	0,14 м. кв
Швидкість течії, V м/с	0,06 м/с	0,063 м/с
Об'єм води, витрати води, Q м куб/ сек	0,052 м куб/с	0,009 м куб/с
Ширина пойми	510 м	879 м
Характеристика лівого берега	Досить стрімкий (лісонасадження)	похилий (города)
Характеристика правого берега	Похилий (города)	Крутий (скелі)

Характер розташування створу є досить типовим для характеристик річки, але головна особливість даного водозабору – наявність водосховища, в якому відбуваються потужні флотаційні процеси та явища. Відповідно, порівняльний аналіз даних з обох створів здатен відобразити головні параметри функціонування цієї водойми.

Узагальнені дані щодо сезонної динаміки показників мінералізації вод річки Інгул за пробами води з двох створів наведені в таблиці 3.3

Таблиця 3.3

Сезонні показники мінералізації води річки Інгул

Пункт відбору	Дата відбору	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Сума іонів, мг/л
Верхній створ	30.03.2024	63,2	17,3	12,5	268,4	24,5	9,8	397,0
Верхній створ	30.03.2023	63,3	15,2	23,3	249,6	27,2	23,2	403,0
Нижній створ	30.03.2024	48,2	19,4	17,1	204,1	22,7	11,2	322,7
Нижній створ	30.03.2023	53,2	17,4	25,3	208,7	21,5	11,2	337,3
Верхній створ	27.08.2024	69,0	29,2	27,3	290,2	29,4	21,2	466,3
Нижній створ	27.08.2023	71,3	24,7	28,6	271,1	28,3	21,5	445,5

Отримані результати лабораторних досліджень (Миколаївська ОблСЕС) відібраних проб води, навіть при їх малій кількості, свідчать про значні сезонні відмінності в рівнях мінералізації. Розмах показників мінералізації в різні сезони (на піках водопілля та межені) сягає 14.2%. Загалом ці відмінності цілком відповідають відомій закономірності сезонних і гідрологічно різних періодах стоку річок Північного Причорномор'я.

Окрім цього, показники води, взятих вище водосховища та в його створі вказують на роль цієї водойми, як важливого накопичувача мінеральних сполук і колоїдного стоку річки Інгул. Більшість показників води, яка пройшла водосховища, є більш оптимальними, ніж показники води вище за течією. Вірогідно, що частина привнесених водою мінеральних сполук у водосховищі використовується рослинністю, частина входить до складу намулу та концентрується. Окрім цього, водосховище отримує значно більший поверхневий стік вод з навколишньої території, що спричиняє

занесення великої кількості залишків мінеральних добрив, миючих засобів тощо.

Підсумовуючи наявні дані цілком закономірним є висновок про те, що води річки Інгул у межах дослідної території за рівнем мінералізації є прісними водами, умовно придатними для забезпечення населення питною водою після її доочищення. Незважаючи на великий рівень антропогенного скиду та інших видів забруднень на території верхньої частини течії екосистема річки поки що здатна нейтралізувати основні забруднення. Завдяки цьому до Софіївського водосховища потрапляє вже майже нормальна вода з високим вмістом кисню, яка додатково очищається у водосховищі. Ефект такого доочищення виражений не лише влітку, а також і в період повноводдя.

Інші хіміко-біологічні показники води. Показник рН води досить прямо пов'язаний із рівнем мінералізації та часткою лужних сполук в складі поверхневого стоку. Також має вплив і рН корінних порід, по яким проходить русло річки. Для Інгулу у його верхів'ях типові лужні скельні породи – граніти та гнейси, тож у обох створах проби води мали показник рН у межах від 6,9 до 8,66, середнє значення за 2 роки спостережень склало 8,02.

Вміст розчиненого кисню у воді є лімітуючим чинником існування аеробних гідробіонтів, у т.ч. риб. У воді річки Інгул у обох вивчених точках створів вміст розчиненого кисню перебував у межах норми і коливався від 7,92 до 9,4 мг/дм³.

Забруднення водних об'єктів органічними речовинами характеризують показники ХСК і БСК 5. За цими показниками вода річки у контрольованих створах не відповідає вимогам для водних об'єктів рибогосподарського призначення – 20 і 2,0 мгО₂/дм³ відповідно. Зокрема показник ХСК коливався в межах від 18,2 до 32,6 мгО₂/дм³, складаючи у середньому значення 26 мгО₂/дм³. Нижче скиду коливання показника ХСК фіксували в межах 18,25-35,3 мгО₂/дм³, а рівень БСК 5 сягав від 2,4 до 3,9 мгО₂/дм³ [36, 48].

Біогенні сполуки у воді відіграють роль елементарного матеріалу для синтезу біомаси рослин, отже, зростання їх вмісту до певної міри сприяє підвищенню біопродуктивності водних об'єктів. Проте після досягнення певної критичної межі відбувається порушення рівноваги процесів продукції і деструкції у водних екосистемах, що загрожує евтрофуванням водного об'єкта і явищем «цвітіння» води. До біогенних елементів, що сприяють евтрофуванню, належать в першу чергу сполуки азоту і фосфору [54].

Вміст фосфатів у воді Софіївського водосховища у 2023-2024 рр. перебував у межах норми і складав від 0,09-0,22 мг/дм³ у верхньому створі та 0,19-0,31 мг/дм³ в нижньому створі. При цьому сезонна концентрація фосфатів навесні-влітку зростає у середньому на 25%, що зумовлено потраплянням залишків фосфатних добрив із навколишніх полів. Азотисті сполуки за високого їх вмісту у воді можуть викликати отруєння гідробіонтів, при чому найменшою токсичністю характеризуються нітрати [Вимоги до води рибогосподарчих господарств]. За вмістом нітратів вода відповідає рибогосподарським вимогам, складаючи значення від 0,0 до 6,4 мг/дм³ (межа ГДК для риб - 9,1 мг/дм³). Нижче скиду періодично спостерігається незначне зростання вмісту нітратів - у середньому на 6%.

Амоній – найтоксичніша форма неорганічних сполук азоту, концентрація іонів якого у воді річки коливалася в межах від 0,02 до 0,58 мг/дм³ у верхньому створі та від 0,09 до 0,87 мг/дм³ у нижньому створі. Загалом концентрація іонів амонію зростає нижче по річці на 26%, іноді перевищуючи допустимий рівень рибогосподарських нормативів. Певно, що причина накопичення азотистих сполук аналогічна фосфатам і зумовлена потраплянням їх з добривами на поля, а потім із водними потоками – у водосховище.

Оцінка рівня нітритів, для яких верхня межа ГДК становить 0,02 мг/дм³ вказує на такі показники - від 0,04 до 0,19 мг/дм³. Відповідно, води річки в

зоні дослідження містять значну частку нітритів, вміст яких сягає пікових показників влітку, під час грозових дощів. Тобто, джерелом нітритів є мінеральні добрива та засоби боротьби з шкідниками полів, які дощовими водами змиваються до річки.

Щодо ситуації з важкими металами, лабораторний контроль проб води проводиться на вміст сполук свинцю, цинку, кадмію, ртуті, хрому, марганцю, нікелю, олова, міді. Згідно звітних даних Миколаївської обласної СЕС та звітів обласного управління екології вміст цинку (при ГДК 0,01 мг/дм³) у воді річки в межах від 0,006 до 0,19, а в нижньому створі – від 0,003 до 0,011 мг/дм³. Вміст міді іноді перевищував рибогосподарські нормативи, при цьому дані гідрохімічного аналізу показав поступове збільшення концентрації міді у воді річки впродовж останніх двох років.

Ще більш високим виявились рівні вмісту марганцю - у 3,0-11,3 ГДК, що в значній мірі пояснюється природно високим вмістом марганцю в материнських породах по всій південній межі Українського кристалічного щиту. За іншими металами перевищення меж ГДК та рибогосподарських нормативів у пробах води не фіксовано.

Гідробіологічна характеристика. Русло річки населяють різноманітні рослини і тварини. Первинним біологічним субстратом для формування гідробіоценозу в річці, особливо малій, є рослинні угруповання. Особливо велику середовище-утворюючу роль для гідробіоценозу відіграють вищі водні рослини, які також називають судинними макрофітами. Вищі водні рослини відіграють роль первинних продуцентів органічної речовини та кисню, беруть активну участь у самоочищенні води, виконують бар'єрну функцію на шляху надходження органічних та мінеральних забруднень із водозбірної площі у річку, а головне – є субстратом для річкового біоценозу в цілому.

Вищі водні рослини зосереджені біля берегів річки, у затоках і ділянках мілководдя. Проективне вкриття водного дзеркала водосховища вищою

водною рослинністю складає від 1,0 до 15 %. До групи повітряно-водних рослин, які найчастіше зустрічаються на території Софіївського водосховища належать: *Phragmites australis* (Cav.), Trin. ex Steud.), *Typha angustifolia* (L.), *T. latifolia* (L.), *Alisma plantago-aquatica* (L.), *Butomus umbellatus* (L.), *Sagittaria sagittifolia* (L.), *Sparganium erectum* (L.), *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holub.) та багато видів осок.

В угрупованнях нейстофітів переважають такі види, як: *Polygonum amphibium* (L.), *P. natans* (L.), *Nuphar lutea* (L.) Smith., *Nymphaea alba* (L.). Найпоширеніші вільноплаваючі рослини (плейстофіти): *Lemna minor* (L.), *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.), *Hydrocharis morsus-ranae* (L.). До групи укорінених водних рослин (еугідатофітів) належать такі численні види: *Ceratophyllum demersum* (L.), *Elodea canadensis* (Michx.), *Potamogeton crispus* (L.), *P. perfoliatus* (L.), *P. lucens* (L.).

Максимальна чисельність організмів зообентосу спостерігається у зоні водосховища, особливо у затоках з мінімальним впливом течії. У взятих там у 2023 році пробах знаходиться до 790 екз/м², у нижньому створі вміст зообентосу вдвічі нижчий – до 400 екз/м². Максимальна біомаса зоопланктону влітку 2022 року складала у середньому 71 мг/ дм³, тоді як у верхньому створі взимку 2021 року вона сягає лише 5 мг/ дм³.

За звітними даними обласної СЕС 2017-2019 рр. мікробні показники води в середньому складають 4,8 млн. м.кл/мл. Взимку чисельність мікроорганізмів знижується на чверть і не перевищує 3,6 млн. кл/мл [49, 54].

Іхтіоценози Софіївського водосховища. Створення восени 1961 року Софіївського водосховища стало суттєвим явищем, яке знайшло своє відображення в гідрологічних, іхтіологічних, екологічних та ландшафтних характеристиках річки Інгул. Заповнення чаші водосховища відбувалось на протязі майже 7 місяців, що супроводжувалось припиненням течії та практично осушенням величезного ділянки річки нижче від греблі водосховища. При цьому більшість риби осушеної ділянки загинула і лише

невелика кількість екологічно пластичних видів зуміли зійти із водою до низової частини річки та пережити там тривалий період безводдя на середній ділянці течії. В цей же час відбулось міграційне заселення низини Інгулу рибою із Дніпро-Бузького лиману та із Південного Бугу, які в умовах зворотної течії в Інгул легко проникали та освоювали стації, раніше утримували аборигенні біоценози, які стійко протидіяли заселенню особинами інших екогруп.

Цілком закономірно, що на момент створення водосховища там переважали аборигенні види верхньої ділянки річки, адаптовані до існування в умовах швидкої течії та каменистого дна. В таких іхтіокомплексах переважали головень, в'язь, білізна (жерех), окунь, різні види корюшки, за одночасної відсутності суто осілих риб нижніх, типово мулистих ділянок течії (таких як в'юни).

З метою оцінки первинного видового складу іхтіофауни Софіївського водосховища на початку його існування були піддані аналізу доступні дані за період із 1961 (на момент створення) до 1967 років, результати яких приведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

**Видовий склад іхтіофауни Софіївського водосховища
за період 1961-1967 рр.**

№	Видова назва		Коротка характеристика поширення виду
	українська	латина	
1.	Верховодка	<i>Alburnus</i>	Звичайний
2.	Плоскирка	<i>Blicca bjoerkna</i>	Звичайний
3.	Карась сріблястий	<i>Carassius</i>	Малочисельний
4.	Сазан (короп)	<i>Cyprinus carpio</i>	Малочисельний
5.	Вирезуб	<i>Rutilus frisii</i>	Рідкісний
6.	Щука	<i>Esox</i>	Малочисельний
7.	Колючка триголкова	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Звичайний
8.	Пічкур	<i>Gobio</i>	Звичайний
9.	Уклея	<i>Alburnus alburnus</i>	Звичайний
10.	Подуст	<i>Chondrostoma nasus</i>	Малочисельний
11.	Густера	<i>Blicca bjoerkna</i>	Малочисельний

12.	Головень	<i>Leuciskus cephalus</i>	Звичайний, але досить малочисельний
13.	В'язь	<i>Leuciskus idus</i>	Звичайний
14.	Судак	<i>Lucioperka fluviatilis</i>	Малочисельний
15.	Окунь	<i>Perca fluviatilis</i>	Звичайний
16.	Краснопірка	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Звичайний
17.	Плітка	<i>Rutilus</i>	Звичайний
18.	Білий амур	<i>Ctenopharyngodon</i>	Рідкісний
19.	Сом	<i>Silurus</i>	Український рідкісний
20.	Жерех	<i>Aspius aspius</i>	Малочисельний
21.	Форель-пістрявка	<i>Salmo</i>	Поодинокі особини
Всього видів - 21			

Узагальнені матеріали (Табл. 3.4) свідчать про помітну специфіку видового складу риб Софіївського водосховища на час його створення. Головною особливістю іхтіофауни була її ідентичність іхтіофауні верхньої ділянки річки, де здавна переважали види швидкої течії. Також на цей час вже були нерідкими випадки вилову ще рідкісних інтродуцентів - коропа, білого амуру та товстолобу білого. Цікаво, що на момент утворення водосховища був майже відсутній такий звичайний зараз вид, як сом. Представники даного виду здавна були звичайними мешканцями Інгулу в його нижній течії, але вже в середній частині течії практично не зустрічались. Порівняно малочисельними та рідкісними були лящі, густера, в'юни.

Загалом, відмінність іхтіофауни новопобудованого водосховища від іхтіофауни низинної частини річки в цілому різко виражена, що вказує на початок формування у басейні річки Інгул в 1961-1967 рр. декількох новітніх біоценотичних комплексів. Всі вони були пов'язані із виникненням водосховища та створенням трьох річкових іхтіокомплексів. Серед них чітко вираженим є комплекси низинної ділянки, явно антропогенного походження – від устя до водосховища, другим типом є комплекси самого водосховища змішано-антропогенного походження. Третій комплекс - верхньої частини річки від водосховища до витоків, зберігає суто аборигенний тип походження.

При цьому в зоні водосховища до 1967 року фіксували окремі особини прохідних видів – севрюг, осетрів, стерлядок, вугрів, які вірогідно представлені особами, що піднялись у верхів'я для розмноження ще до створення водосховища. Надалі жодних прохідних видів у водосховищі не відмічали. На початку 1971 року у водосховище були випущені мальки коропа, амура та товстолоба в загальній кількості більше 1 млн. особин. Подібні випуски повторювали і в наступні роки, забезпечивши досить велику щільність цих видів у водосховищі, що сприяло надалі їх самостійному розмноженню. Є також і вказівки на випуски мальків щуки, судака та сома, яких відловлювали на річці Південний Буг у зоні міста Вознесенськ.

Узагальнивши доступні матеріали про видову ідентифікацію риб суто Софіївського водосховища в сучасний період, а саме із 1992 по 2021 роки, побудована таблиця 3.5, яка в цілому відображає літературні дані про видовий склад іхтіофауни водосховища.

Таблиця 3.5

Видовий склад іхтіофауни Софіївського водосховища за період 1992-2013 років

№	Українська назва	Латинська назва	Сучасний характер поширення та чисельності
Аборигенні види річки Інгул			
1.	Лящ	<i>Abramis brama</i>	Звичайний, чисельний
2.	Плоскирка	<i>Blicca bjoerkna</i>	Звичайний, чисельний
3.	Карась (помісні форми)	<i>Carassius</i>	Звичайний, чисельний
4.	Сом	<i>Silurus</i>	Звичайний, чисельний
5.	Щука	<i>Esox</i>	Звичайний, чисельний
6.	Колючка триголкова	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Звичайний, чисельний
7.	Головень	<i>Leuciscus cephalus</i>	Малочисельний
8.	Линь	<i>Tinca</i>	Малочисельний
9.	В'язь	<i>Leuciscus idus</i>	Звичайний, малочисельний
10.	Судак	<i>Lucioperka fluviatilis</i>	Звичайний, чисельний
11.	Окунь	<i>Perca fluviatilis</i>	Звичайний, чисельний
12.	Гірчак	<i>Rhodeus</i>	Малочисельний
13.	Плітка	<i>Rutilus</i>	Звичайний, чисельний
14.	Краснопірка	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Звичайний, чисельний
Інтродуковані та інвазивні види			

1.	Йорж (перше повідомлення 1981 р)	<i>Gymnocephalus</i>	Малочисельний
2.	Бичок – цуцик	<i>Proterorhinus semipellucidus</i>	Рідкісний
3.	Короп (сазан)	<i>Cyprinus carpio</i>	Звичайний, але малочисельний
4.	Товстолоб	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Звичайний, чисельний
5.	Білий амур	<i>Ctenopharyngodon</i>	Звичайний, чисельний
6.	Сонячний окунь	<i>Lepomis</i>	Досить звичайний

Згідно наявних даних таблиці 3.5 сучасний видовий склад іхтіофауни водосховища в порівнянні з іхтіофауною річки Інгул збагатився на 2 види (амур білий та товстолоб білий) і втратив 7 видів. У водосховищі налічується всього 20 видів риб, із числа яких 7 є рідкісними. До будівництва греблі на цій ділянці річки було 32 види риб, виключно аборигенні.

Зазначимо також, що сом у водосховищі вже на початку 70-х років був численним і часто зустрічається донині. Зі слів рибалок-любителів були знахідки сомів біля 20 кг і більше. Дійсно, є фото, де спіймані соми мають дуже великі розміри, типові для особин із масою не менш 25-30 кг.

Звичайним об'єктом лову, особливо взимку є лящ, густера, плітка, судак. Влітку та восени - окунь, короп, білий амур, щука. В окремі сезони масово ловлять краснопірку, ляща, плітку. Такі види, як лин, в'язь, головень, незалежно від сезону, завжди є рідкісними в уловах рибалок.

3.3. Софіївське водосховище в гідросистемі річки Інгул

Для абсолютної більшості степових річок південно-західного регіону одним із основних факторів деструкції є фактор відбору вод. Їх відбирають практично по всій течії Інгулу – від витоків до гирла, в першу чергу на питні потреби населення. Для окремих ділянок річок обсяги відбору майже перевищують потенціал стоку, що зумовлює розвиток різко негативних змін гідрологічного режиму і рівня підземних вод. Одним з таких негативних

явищ є підняття солоних та високо мінералізованих вод у підґрунтовий шар, який розряджається в бортах річкової долини та в пониззях басейну.

Особливо об'ємними є відбори води з водосховищ, які сягають максимуму в межах міста Кропивницьке. Орієнтовні середньорічні обсяги відбору річкової води на полив городів та садів у межах міста Кропивницьке сягає більше 110 тис.м³. Звичайно, що пікові рівні відбору поливних вод припадають на літній період, тобто на період водного дефіциту, поглиблюючи цим екологічну деструкцію верхньої частин річки.

За різними оцінками у резервних пунктах питного водозабору перед північною межею Миколаївської області сумарні обсяги відбору сягають до 5-7 тис. м³ / годину, що на 10-12% перевищує весняні обсяги річкового стоку, тож у такому разі течія зупиняється і навіть набуває зворотного напрямку. Проходження міст і населених пунктів коштує річці украй «дорого», вона не просто піддається відбору води, але і сприймає додатково значні обсяги прямих та опосередкованих стоків, які значно мінералізовані та бактеріально забруднені. Забруднення річки, в першу чергу, пов'язане з украй низьким загальним санітарним станом території міста Кропивницьке. У зоні санітарної охорони річки лише на території міста розташовано ряд потужних промислових підприємств: Кіровоградська ТЕЦ, кілька АЗС, автостоянки, завод «Цукрогідромаш». Всі вони є суттєвими забруднювачами Інгулу. Окрім того, численні земельні ділянки, які виходять безпосередньо до річки, не обладнані водонепроникними вигребами, берегова смуга переважно розорана.

Відносне благополуччя території басейну у межах дослідної території (на межі Кіровоградської та Миколаївської областей) сприяє досить суттєвому самовідновленню та самоочищенню вод річки, забрудненої після проходження нею міста Кропивницьке. Вказані процеси завдячують значним обсягам чистої води, які потрапляють до Інгулу по чисельним притокам, а також процесу природної аерації за рахунок швидкої течії на каменистому

ложі тальвегу. Певно, що має значення і процес адсорбції скельними породами домішок органіки і детриту, які знаходяться у воді.

Таким чином, води Інгулу в місці розвитку Софіївського водосховища набувають помітного покращення, що в цілому парадоксально для степових річок, які зазвичай несуть найбільш чисті води у верхів'ях. В цілому за гідрохімічними характеристиками води від Софіївського водосховища і нижче відносяться до слабо забруднених, придатних для питного водопостачання, але на вході в село Воскресенське знову спостерігається низький рівень процесів самовідновлення і самоочищення води, що утримується аж до Бузького лиману, де вже відчувається підпір його лиманськими водами.

Вказана ситуація в умовах питного вододефіциту, особливо вираженого для міста Кривий Ріг, зумовила розвиток проекту водопостачання цього міста водами Інгулу. Розробка проекту почалась в кінці 50-х років і передбачала побудову значного накопичувача води – Софіївського водосховища, яке і було побудовано в 1968 році перед селом Софіївка, майже на межі Миколаївської та Кіровоградської областей. Водосховище загальною площею водного дзеркала 470 га і з середніми глибинами 7,7 м при 12-ти метровій греблі утримувало 36 млн. куб. м³ води. Головна мета створення водосховища – зарегулювання водостоку для попередження весняних розливів, накопичення високоякісної питної води для потреб водопостачання міста Кривий Ріг та для побудови ділянок зрошувального землеробства в зоні водосховища.

Відстань від гирла річки до гідровузла - 163 км, гребля розташована в 1,5 км на північ села Софіївка. Первинно вона була земляна, насипна, матеріал тіла греблі – суглинок. В 2020-2022 роках відбулась реконструкція греблі та його гідротехнічних споруд, що дозволило змінити місце скиду та забезпечити формування б'єфу на 35 м далі від місця первинної греблі. Сучасна відмітка висоти верхівки гребеня над рівнем моря +42,5 м при

відмітці тальвегу русла річки +8,20 м. Максимальний напір при ФПУ – 23,3 м, розрахунковий напір – 21,30 м, найбільша висота – 24,3 м, довжина по гребеню – 380,0 м, ширина по гребеню – 7,0 м. Ширина по підставі (підосві) 14,0 м, перевищення гребеня над НПУ 3,0 м.

Основні морфологічні характеристики(проектні) водосховища відображені даними таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Основні проектні морфологічні характеристики водосховища

Рівні води	Довжина, км	Ширин а макс. серед. м	Глиби на макс. серед. м	Площа дзеркал, га	Об'єм, млн.м ³		Протя жність берего вої лінії, км	Площа мілко воддя (до 2 м), га
					Повний	Корис ний		
НПУ	18,0	$\frac{700}{260}$	$\frac{19,50}{7,65}$	470,0	36,0	31,0	43,20	70
ФПУ	18,2	$\frac{800}{265}$	$\frac{21,5}{7,65}$	560,0	48,0	-	45,00	100
УМО	9,6	$\frac{400}{140}$	$\frac{9,0}{3,6}$	136,0	5,0	-	23,1	50

Згідно наведеним даним (Табл. 3.4), Софіївське водосховище можливо визначити в якості проточної водойми каньйонного типу, для якої загалом не характерні значні перепади рівня води, а відповідно і різкі зміни об'єму водосховища. Максимальна розрахункова висота хвилі - 0,75 м. Термін замулення водосховища за проектом - 39 років. Останні параметри є прямо взаємозалежними, що передбачено проектними змінами [Проективний режим Софіївського водосховища], показники яких відображені в таблиці 3.5.

За період існування водосховища коливання рівня та об'єму водосховища жодного разу не перевищували проектні і навіть не сягали максимально (так і мінімальних) розрахункових рівнів. В той же час, щороку сезоні коливання площі та об'єму відбувались за довгорічними закономірностями (Табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Координати кривих залежності площ водного дзеркала та об'єму від характерних рівнів водосховища

Рівень води, м	Об'єм млн.м ³	Площа, га
ФПУ = 41,50	48,0	560,0
НПУ = 39,50	36,0	470,0
УМО = 29,0	5,0	136,0

Так, найбільші паводкові рівні води звичайно виникали в кінці лютого – березні, мали місце і окремі паводкові сплески у липні-серпні. Восени практично відсутні значні коливання рівня, а по мірі становлення льодоставу останні набувають нівелювання. При цьому фактор льодового покриття є одним із потенційно небезпечних первинних факторів, який у поєднанні із весняними водами на фоні мерзлого ґрунту може стати причиною льодових заторів. Також лід є фактором прямого впливу і лімітуючим чинником стану іхтіофауни та взагалі біоти водосховища. Льодовий режим водосховища відображений даними таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Льодовий режим водосховища

Дата встановлення льодоставу			Товщина льоду, см		Висота снігу на льоду, см		Дата очищення від льоду			Період спостереження
Рання	Пізня	Середня	Максимальна	Середня	Максимальна	Середня	Рання	Пізня	Середня	
14.11	31.12	22.12	66	25	50	15	12.02	24.04	17.03	3 грудня 1967 р.

В цілому фактор льоду для водосховища та його біоти у край рідко набуває значення критичності, що в першу чергу зумовлено динамікою проточності та достатнім кисневим забезпеченням. Режим роботи водосховища повинен передбачати безпеку експлуатації підпірних споруд, створюючих водосховище, а також безпеку населення і господарств

прибережної зони водосховища та річкової долини на нижче розташованій ділянці течії. Перехід водосховища на режим роботи, не передбачений правилами експлуатації, або заборонений в умовах нормальної експлуатації, допускається лише у випадках виникнення непередбачених обставин, що загрожують безпеці і збереженості основних споруд, вимагаючи таким чином прийняття екстрених заходів. У цьому випадку режим роботи водосховища змінюють, але лише за розпорядженням особи, відповідальної за експлуатацію, з одночасним повідомленням про це місцевих органів, зацікавлених організацій і підприємств.

Відбір води з водосховища на питні потреби міст Новий Буг і Кривого Рогу відбувається із 9 свердловин, розташованих побіля греблі. Середня їх глибина не перевищує 11 м, розташовані вони в гравійних наносах, які забезпечують добру фільтраційну активність водоносного шару та часткове очищення води. Загальна потенційна здатність відбору в даній точці складає 20 тис. м³ за годину, але подібні обсяги носять виключно рідкісний характер.

Водогін до міста Кривий Ріг від села Софіївка був запущений у робочому режимі лише у 2002 році, хоча мляве функціонування його відбувалось із 1981 року. Подача води до міста Кривий Ріг одночасно забезпечує питною водою і місто Новий Буг та пгт Казанку, які раніше не мали достатнього водного забезпечення через переважання в їх околицях високо-мінералізованих підземних вод, практично не придатних для питних потреб.

3.4. Гідроекологічне значення Софіївського водосховища

Наявність у межах швидко-течійної ділянки Інгулу потужного Софіївського водосховища має суттєвий вплив на гідроекосистему річки, формуючи специфіку умов і чинників середовища вниз за течією. Загалом, вплив водосховища на нижчі ділянки річки Інгул набув значної міри вже з

перших днів його існування. При цьому в басейні річки Інгул вже в 1961-1967 рр. розпочалось формування декількох новітніх біоценотичних комплексів, які були пов'язані із виникненням водосховища та ініціювали надалі створення трьох річкових біокомплексів. Серед них чітко вираженим є:

1. комплекси низинної ділянки, явно антропогенного походження – від устя до водосховища,

2. комплекси самого водосховища - змішано-антропогенного походження.

3. Комплекс верхньої частини річки - від водосховища до місця злиття з річками Березівка та Сагайдак, біотопи яких зберігають суто аборигенний тип походження.

За даними Офісу Водних ресурсів України безповоротний забір з природних джерел, пов'язаних із річками Степової зони упродовж останніх трьох десятиліть зазнав істотних змін. Найбільше води (близько 14,5 км³) безповоротно забирався в середині 80-х років. За період 90-х років він зменшився вдвічі, сягнувши у 1999 р. 6,99 км³. Нині обсяги забору вод дещо менші і коливаються на межі 5,1-5,0 км³, при цьому три чверті об'єму безповоротного забору припадає на басейн Дніпра. Тому, для визначення екологічно допустимого рівня відбору води з річки Інгул в його верхній частині течії був виконаний розрахунок за еколого-гідрологічними критеріями водойми для всіх сезонів року. Завдяки цьому його результати відображають стан забезпечення величин екологічно допустимого мінімального стоку в різні за водністю роки та в цілому за рік.

Як свідчать результати дослідження, об'єм екологічного стоку досягає 40 % норми стоку Інгулу побіля села Софіївка, нижче греблі водосховища. За розрахунками щодо параметрів стоку в верхньому створі (село Новгороджено) екологічний стік річки в середньому становить 74,4% норми

стоку, а наявні обсяги відбору води до водогону на місто Кривий Ріг для цього місця перевищують обсяги стоку майже на 4,3%.

При розрахунках на маловодний рік в обох створах стік води річки практично на 95% відбираються на водогін Софіївка-Кривий Ріг, тож у разі відсутності водосховища-накопичувача, течія річки була б майже припинена. Навпаки, у багатоводний рік обсяги стоку практично на 75% перевищують середні рівні водовідбору. Встановлені об'єми екологічного стоку дають можливість обчислити об'єм «вільного» стоку, тобто потенційного стоку, за яким оцінюють забезпеченість території басейну водними ресурсами для можливого їх використання. Його величину визначають за різницею об'ємів природного стоку (W_p) і екологічно допустимого (W_e), тобто: $W_s = W_p - W_e$, результати якого наведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Розрахунок об'єму «вільного» стоку досліджуваних ділянок річки Інгул за багаторічний період в різну їх водність

Назва гідрологічного посту	Площа водозбору, км ²	Об'єм «вільного» стоку, $W_{650\%} / W_{675\%}$, млн. м ³	Дефіцит водних ресурсів у дуже маловодний рік, млн. м ³
Новожи́лівка	722	34,8/3,8	20,2
Кіровоград	502	22,7/4,7	7,3
Розанівка	1480	53,2/5,2	28,8
Софієвка	692	35,3/14,3	2,7
Інгулка	231	6,4/0,4	6,9

Так, забезпеченість річки Інгул поблизу села Софіївка водними ресурсами для можливого їх господарського використання у середні за водністю роки (50%-ї забезпеченості), маловодні (75%-ї забезпеченості) становить відповідно 34,8 млн. м³ і 3,8 млн. м³. В дуже маловодні роки (95%-ї забезпеченості) об'ємів водних ресурсів для можливого використання в басейні річки не вистачає в обсязі майже 20,2 млн. м³, тобто необхідно здійснювати пошук запасів водних ресурсів для водогосподарських потреб.

На основі аналізу даних звітних Регіонального Офісу Водних ресурсів щодо контролю за станом зоопланктону в різних ділянках річки Інгул встановлено, що сьогодні Софіївське водосховище є типовою антропогенно зміненою водоймою, особливо прибережні ділянки його нижнього плеса. Про це свідчать значно структурні показники вмісту зоопланктону та наявність у ньому видів з високими значеннями індексу сапробності. В цілому якість води водосховища за зоопланктоном оцінюється третім класом вод – «задовільні», категорією якості вод за ступенем чистоти «слабко забруднені». При цьому на різних ділянках Верхнього Інгулу якість води у придонному шарі відрізняється несуттєво

Враховуючи високий ступінь видової специфічності макрозообентосних організмів щодо органічного забруднення води, проведено аналіз сапро-біологічних характеристик води за методом Пантле і Букк – у модифікації Сладечека. Були також використані наявні дані щодо індивідуальної сапробності бентосних організмів (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

**Якість води в придонному шарі водосховища за
макрозообентосними організмами**

Показники якості вод	Біотоп				
	пісок з гравієм і детритом	гранітний гравій і детрит	замулений пісок	чорний гранітний пісок з вмістом детриту	мул
Індекс сапробності	<u>1,67-2,9</u> 2,10	<u>1,58-2,73</u> 2,25	<u>1,51-3,2</u> 2,36	<u>1,96-2,86</u> 2,48	<u>1,58-3,5</u> 2,86
Клас якості вод	III	III	III	III	III
Категорія якості	4	4	4	4	5

Встановлено, що літній індекс сапробності знаходиться у межах 2,10-2,86 (α - β -мезосапробна зона). Його найбільше значення для прибережних, явно замулених біотопів мілководдя відповідає третьому класу якості води – «забруднені». Інші ділянки мають той же клас якості води, але четверту

категорію – «слабко забруднені». Середнє значення індексу по водосховищу (2,58) відповідає третьому класу якості води - „забруднені", п'ятій категорії якості - «помірно забруднені». Враховуючи те, що за гідрохімічними, так і за гідроекологічними показниками якість води оцінюється третім класом, можна зробити висновок, що екосистема дослідженої водойми знаходиться у відносно задовільному стані.

Аналіз результатів показав, що за умовами збереження функціонування річкових екосистем (як водних об'єктів живої природи) від виснаження і деградації, допустимий рівень вилучення річкового стоку вище і нижче вказаних гідропостів знаходиться в межах 25-38% за умови середньої водності року. При цьому слід зауважити, що ця величина складається не тільки із об'ємів безповоротного водоспоживання, а в ній зосереджені всі витрати річкового стоку внаслідок господарської діяльності людини у Верхньому Інгулі. В той же час, для річки Інгул у досліджуваній зоні басейну є значні сезонні резерви водовіддачі за рахунок значного накопичення води у Софіївському водосховищі та додаткового отримання руслового приходу води з притоків.

3.4. Обговорення отриманих результатів

Основна область живлення ріки Інгул розташована у верхній частині басейну, пов'язаною з Північно-Степовою підзоною, де середньорічна сума опадів сягає 500-520 мм/рік і температурні умови визначають значно менші втрати на випаровування, чим на півдні, у нижній частині басейну. Ріка та її притоки у весняний, і в значній мірі в зимовий період, живляться за рахунок талих вод. Водяний режим річки Інгул типовий для рівнинних рік південної частини України. Велике значення для перерозподілу стоку має значна зарегульованість водосховищами, забір води для зрошення, промислового і питного водопостачання. Зараз річка Інгул має виражені ознаки деградації

від верхів'я і до впадання її в Бузький лиман, що вимагає більш уважного відношення до водотоку, який забезпечує населення двох областей. Окрім цього, зростаюча мінералізація вод річки свідчить про явно надмірний рівень вторинного забруднення на фоні загального зменшення стоку.

Від Кропивницького до Софіївки річка прорізає давній кристалічний масив, має прямовисні береги, круті, скелясті схили, які загалом обмежують площу випаровування та нормалізують кисневе накопичення. Відповідно, побудова в цих ділянках руслових ставків і водосховищ у край негативно впливає на гідроекологічні умови річкової долини.

Середня і нижня ділянки Інгулу проходять Причорноморською низовиною, в окремих місцях розділяючись на декілька рукавів, майже втрачаючи течію в густих і розлогих плавнях. Тут річка замулюється і інтенсивно заростає очеретом. На широкому плесі біля Миколаєва можлива зворотна течія з моря, внаслідок приходу нагінних вод із Бузького лиману.

У межах зон санітарної охорони річка Інгул та її притокових малих річок розташовані теплоелектростанції, АЗС, заводи, шахти, уранові рудники, а в місті Миколаєві – суднобудівні підприємства. Через це річка страждає від тотальної розораності земель, поля часто доходять аж до урізу води. Звичайним явищем у багатьох місцях є безладно нагромаджені сміттєзвалища. Особливо потерпають річкові води від антропогенного забруднення, а їх береги від захаращування у межах великих міст і густої мережі населених пунктів. Засоби масової інформації свідчать про значне фізичне забруднення пляжів і берегової лінії в місті Кропивницьке – пляшки, папір, целофанові пакети, колеса, шини, металеві деталі, загиблі і неприбрані дерева «прикрашають» береги Інгулу.

Зарегульованість Інгулу і його притоків із наявністю майже 700 водосховищ і ставків перетворило цей водотік у водойму з непередбачуваним гідрологічним режимом, яка сприймає більшу частину стоку з полів та винесених із них забруднень. Значні змиви ґрунтів в умовах тотальної

розораності земель водозбору вже призвела до катастрофічного замулення Софіївського водосховища, товщі якого місцями сягають до 2,4 м. Через це гідроекосистема Інгулу в місцях посиленого антропогенного тиску майже втратила здатність до самовідновлення і самоочищення. Проте, потенціал повеневої небезпеки Інгулу залишається значним, про що вказує повень 1980 року, яка наробила безліч лиха [15, 16, 20]. Тож гарантій, що нова повінь не повториться, відсутні. Вона можлива навіть у ще більшому масштабі, адже замулення річища в пониззі за цей час зросло.

Мул на дні водосховища – це переважно верхній шар ґрунтового покриву, який легко змивається у зв'язку з високою розораністю земель і відсутністю залужених або заліснених захисних смуг вздовж обох їх берегів. Збагачений на біогенні речовини мул є поживним субстратом для гідрофільної рослинності, що поволі перетворює окремі місця водойми у болото. Якість води тут погіршується, в ній різко знижується рівень кисню, що загрожує життю водних організмів.

Індикатором забруднення та показником евтрофікацію води є вміст у ній розчинних форм фосфору: на 1000 кг водоростей витрачається лише 1 кг P_2O_5 , тоді як азоту 26 і вуглецю 106 кг. З довідкової літератури відомо, що вміст фосфору у регіоні Софіївка-Новгороджено-Воскресенське в посушливі літа з низьким коефіцієнтом стоку коливається в межах 0,07-0,177 мг/л води, тоді як посилення евтрофікації починається від 0,2 мг P_2O_5 на 1 л води. У перезволожені літа вміст фосфору підвищується до 0,471-0,710 мг/л або у 2,35-3,55 рази вище від порогу безпечної концентрації, адже береги водних об'єктів незахищені від лінійного змиву з поверхні дрібнозему і внесених на полях мінеральних та органічних добрив [30].

Плавнево-лиманна зона тягнеться від села Сторогороджено на 57 км, цю частину замеліоровано і вона має сильно порушений природний ландшафт. Хімічне забруднення вод Інгулу в пониззі має спорадичний характер і за прийняття «Генеральної програми відновлювальних робіт» річці цілком

реально повернути чисті води. Але ж ці зусилля повинні бути адекватними рівню завданої басейну деградації.

Таким чином, зараз річка Інгул фізично, хімічно і біологічно «не здорова», втратила в антропогенно напружених місцях здатність до самоочищення та самовідновлення, але зберігає статус помірно забрудненої, води якої придатні для споживання та для поливу після спеціальної підготовки. Загалом для річки зараз є два сценарії розвитку подій в найближчому майбутньому – локальний і глобальний. Сценарій перший – локальний: полягає в принципі часткової очистки русла та води Інгулу. Для цього визначаються точки найбільшої екологічної небезпеки і приймаються заходи з їх локалізації. Наприклад, очищення епідемічно небезпечної акваторії в Кіровограді, де виявлено вогнища малярійного комара. На 2008 рік для розчищення Інгулу в межах міста Кіровоград на протязі близько 750 м виділено 700 тис. гривень, а робота на наступні 10,8 км оцінюється у 3,8 млн. гривень. Але для річки в цілому це неадекватно маленька ділянка. Так само несприйнятливими можна розглядати пропозиції щодо очищення русла від мулу і берегів від очерету на колишньому пляжі Миколаєва, що лише поліпшить для течії виніс забруднених вод від міста Вознесенська.

Сценарій другий – глобальний і він теоретично є найбільш ефективним і гарантує суттєве оздоровлення річки від верхів'я до дельти. Основні його засади передбачають проект повного відновлення течії та видалення антропогенних об'єктів у річковій долині з наступним закріпленням берегів чагарниками і лісовою рослинністю. Такий проект відповідає загальному проекту відновлення басейнів малих річок, але вимагає розроблення пакету законодавчих і нормативних актів, а також чітке наукове забезпечення та технологічні рішення для проведення технічних та інженерних робіт, проведення хемо-, біо- і фітомеліорацій. Його втілення було б безпрецедентним рішенням, що започаткувало б відновлення басейну в цілому.

В руслі цих пропозицій конкретні рішення щодо відновлення басейну річки Інгул полягатимуть у створенні Міжрегіональної наукової еколого-технологічної Ради для розроблення і узгодження відповідного проекту, кінцевою метою якого буде екологічно врівноважене функціонування наземних екосистем. На основі одержаної інформації буде розроблено системну програму і комплексні проекти з покращання стану навколишнього природного середовища в басейні річки. Найважливішим завданням першої черги слід вважати те, що можна ефективно досягти - очищення берегів р. Інгул, водосховищ, ставків від захаращування сторонніми предметами (фізичне забруднення), ліквідація або впорядкування сміттєзвалищ з посиленням кримінальної і адміністративної відповідальності за засмічення.

Належить провести інвентаризацію берегової лінії з обов'язковою фіксацією порушень і створення захисних смуг з посівом лучних трав, з насадженням чагарників і дерев для закріплення берегової лінії. Згідно положень Земельного кодексу України, прибережна водоохоронна зона встановлюється для малих річок, струмків, потічків і ставків площею менше 3 га – 25 м, для середніх річок, водосховищ, водойм і ставків площею більше 3 га – 50 м, для великих річок, водосховищ і озер – 100 м [27]. У випадках, коли ухил берегових схилів перевищує 3°, ширина захисної смуги подвоюється. Якщо в басейні Інгулу ці вимоги будуть застосовані, то якість річкової води з умовно чистої прогнозно за 4-5 років повернеться до стану чистої.

Комплексно треба вирішувати питання заліснення басейну у відповідності з приведенням цих параметрів до нормативних вимог, діючих для регіону, рекультивації техногенно порушених і опустелених земель внаслідок добування корисних копалин. Необхідні також технології докорінного поліпшення луків і пасовищ, які нині перебувають у деградованому стані. Це дасть поштовх для відновлення у басейні знищеного тваринництва на основі фермерських господарств.

Ще більш складніша задача розчищення Інгулу і його водосховищ від замулення. Складність полягає в тому, щоб не понизити базис ерозії в процесі розчищення річок від намулу, що досягається дотриманням необхідних технологічних вимог. Першою такою експериментальною моделлю й може бути басейн річки Інгул.

ВИСНОВКИ

Дослідження сучасного екологічного стану та характеристик Софіївського водосховища дозволяють охарактеризувати її стан як загрозливий та слугують основою для наступних висновків:

1. Стан водосховища в наявний час досить нестабільний і характеризується значним рівнем притокового забруднення та мулонакопичення;

2. Екологічна оцінка стану Софіївського водосховища дозволяє віднести його води до 3-4 класу, що усуває їх від прямого використання на питні потреби і вимагає значної підготовки води. Особливо складною стає проблема високої мінералізації води, рівень якої на Баштанському питному водозаборі сягає вже 4,5 тис мг/дм³.

3. Ключовим чинником екологічної деструкції басейну річки Інгул є оранка території, обсяги якої за останні 100 років зросли з 45,3% до 79,8%. До наявного часу, завдяки виведенню частки земель із сівозмін та перетворенні їх у пасовища, залежі і пустоші, рівень оранки стабілізувався на межі 72,3%, проте зросла інтенсивність ведення зернового виробництва. Різко збільшились ерозійні втрати гумусу та міграційна активність колоїдного стоку, більша частина якого затримується греблями руслових водосховищ;

4. Наслідком міграційного винесення польових ґрунтів стало замулення балок та річкових долин, які супроводжуються накопиченням значної кількості різноманітних солей та загальним зростанням мінералізації переміщеного ґрунту. Відповідно, боротьба за стійкість ґрунтової поверхні є ключовим методом екологічної стабілізації екосистем і агроекосистем в басейні Інгулу.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. З середини XX сторіччя Інгул у верхній частині течії під тиском антропогенного впливу практично втратила здатність до самовідновлення і перетворилась на низку сезонно алотичних мілководних і замулених водойм, які поєднувались загальною течією лише в зимово-весняний період. Причиною такого перетворення стало пряме антропогенне забруднення ріки в урбаністичному градієнті, а також суттєвий відбір води на північній межі міста Кіровоград (тепер Кропивницьке). Відповідно, головна протидія деструкції річкової гідросистеми нині полягає в ліквідації урбогенного забруднення, пов'язаного з містом Кропивницьке;

2. Сучасні обсяги відбору вод з річки Інгул є значними і торкаються запасів поверхневих, так і підземних вод, тож однією з перших природоохоронних задач є перехід на зворотні технології водокористування, що забезпечить різке обмеження обсягів відбору вод на технічні та поливні потреби. Нормалізація гідрологічного режиму річки за рахунок обмеження відбору води здатне нормалізувати водний баланс річки та відновити суцільний водотік на протязі всієї течії, що забезпечить процеси самоочищення русла;

3. Дотримання вимог Земельного та Водоохоронного законодавства України, спрямоване в першу чергу на припинення оранки схилів долини Інгулу та його притоків, здатне різко обмежити інтенсивність водно-ерозійних процесів, які небезпечні для 82% площі басейну та припинити подальші втрати гумусу і вичерпаність чорноземного пласту;

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. «Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення». МОЗ. НАКАЗ 02.05.2022 №721. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 16 травня 2022 р. за № 524/37860
2. Алимов С.І. Екологічні зміни водних екосистем при антропогенних навантаженнях. Харків: Оберіг, 2010. 360 с.
3. Алмазов А.М. Прогноз химического состава воды для орошения и обводнения правобережных ингулецких земельных массивов и водоснабжения г. Николаева. Киев: 1957. 32 с.
4. Аналіз актуальних чинників погіршення якості питного водопостачання в контексті національної безпеки України". Аналітична записка. 2021. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/analiz-aktualnikh-chinnikiv-pogirshennyayakosti-pitnogo>
5. Арап Р.Я., Станко В.Н., Старкин В.Н. Природная среда и развитие хозяйства позднепалеолитического человека в бассейне реки Южный Буг. *Четвертичный период: методы исследования, стратиграфия и экология*. Таллинн, 1990. С. 31–32.
6. Аргатюк С. С. Початок освоєння Очаківської області у 1789-1793 роках. *Наукові праці історичного факультету Запорізького національного університету*. Запоріжжя: ЗНУ, 2016. Вип.45. Том 1. С. 62 – 63
7. Арсан О. М., Давидов О. А., Дьяченко Т. М. та ін. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. За ред. В. Д. Романенка. Київ : Логос, 2006. 408 с.
8. Афанасьєв, С.О. Біоіндикація екологічного стану річкових систем України в аспекті імплементації директив ЄС у галузі довкілля (стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 13 лютого 2019 р.). *Вісник Національної академії наук України*. 2019. № 4. С. 23-31. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/158134>

9. Басейнова рада Південного Бугу. Офіційний сайт.
<https://www.davr.gov.ua/basejnova-rada-pivdenного-bugu1>
10. Белоліпський В.О., Балюк С.А., Полулях М.М., Тімченко Д.О. Оцінка інтенсивності ерозійно-гідрологічних ситуацій за басейновим принципом (методичні рекомендації та аналіз); за наук. ред. В.О. Белоліпського. Харків, 2017. 72 с.
11. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.:Изд-во АН СССР, 1948. Ч. 1-3. С. 3-1381.
12. Виборний П.О. Миколаївщина. Одеса: Маяк, 1970. 112 с.
13. Вишневский В.И., Кулачинская Л.Н. Твердый сток малых рек Украины. *Мелиорация и водное хозяйство*. 1992. Вып.76. С.78-88.
14. Вишневський В. І., Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. К. : Ніка-Центр, 2003. 323 с.
15. Вишневський В., Ворончук М. Паводки, посухи та інше. *Надзвичайна ситуація*. 1999. №3. С.40-41.
16. Вишневський В.І. Про зміни клімату і стоку річок України. *Меліорація і водне господарство*. 1996. Вип.83. С.72-81.
17. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ: Віпол. 2000. 376 с.
18. Води поверхневі та підземні. Настанови щодо використання у тваринництві та птахівництві. СОУ 41.00-37-422:2006. Видання офіційне. Київ. 2006. 26 с.
19. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЕС: Основні терміни та їх визначення. Пер. з англ. В. Лозанського. Київ, 2006. 240 с.
20. Водне господарство в Україні. За ред.. А.В. Яцика, В.М. Хорєва. К.: Генеза, 2000. 504 с.
21. Водний кодекс України від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР. Чинна редакція від 20.03.2023. <https://ips.ligazakon.net/document/z950213?an=1>

22. Водний фонд Миколаївської області. Миколаїв. 2018. 178 с. <https://mk-vodres.davr.gov.ua/sites/default/files.pdf>
23. Водний фонд України: Штучні водойми — водосховища і ставки: Довідник / В.В. Гребінь, В.К. Хільчевський, В.А. Сташук, О.В. Чунар'ов, О.Є. Ярошевич / За ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. Київ: «Інтерпрес ЛТД», 2014. 164 с.
24. Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу. За ред. В. К. Хільчевського. К.: Ніка-центр, 2009. 184с.
25. Гидрологический ежегодник по режиму подземных вод за 1993 год. К.: Госкомгеология, 1994. 259 с.
26. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10 / МОЗ України. Київ, 2012. 55 с
27. Гриб Й.В., Клименко М.О., Сондак В.В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних екосистем. Рівне: Волинські обереги, 1999. 362 с.
28. Гриб Й.В., Куньчик Т.М., Сондак В.В, Войтишина Д.Й. Оцінка локальних загроз і пріоритетів збереження біорізноманіття водних екосистем. Водне господарство України. №2. 2007. С.25-32.
29. Данилишин Б.М., Дорогунцов С.І., Міщенко В.С. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України. К.: РВПС, 1999. 716 с.
30. Дані щодо результатів державного моніторингу вод, які опубліковані Держводагенством на Порталі відкритих даних у csv форматі: <https://data.gov.ua/dataset/ee2bc3b0-42d4-4f19-8d96-913cd9d1f02a>
31. Дегодюк Е.Г., Дегодюк С.Е. Екологічний стан басейнів малих річок і здоров'я населення України. *Науковий вісник КГУ*. К.: НАУ, 2005. Вип.81. С.168–174.
32. Дрозд Н.И. Материалы по типизации рек Украинской ССР. Гидрографические характеристики рек Украинской ССР. К.: Изд-во АН УССР, 1953. 349 с.

33. Клименко В.Г. Гідрологія України. Харків:ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2010. 124 с.
34. Конвенція про біологічне різноманіття. Прийнята 5 червня 1992 р. (Ріо-де-Жанейро, Бразилія). Ратифікована Законом України від 29 жовтня 1996 року, (Відомості Верховної Ради України. 1996. N50. 277 с.).
35. Кривульченко А. І. Водні об'єкти Кіровоградської області : монографія : в 2 ч. Кіровоград: Імекс-ЛТД, 2011. 356 с.
36. Лобода Н.С., Яров Я.С., Роша К.І. Оцінка якості води річки Інгул за гідрохімічними показниками. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*: Наук. Збірник. Відп. ред.В.К.Хільчевський. К. : ВГЛ "Обрії", 2010. Т.4 (21). С. 83-92.
http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/host/viking/db/ftp/univ/ggg/ggg_2010_21
37. Мельничук Д.М., Боголюбов В.М., Дегодюк Е.Г. та ін. Управління поверхневим стоком сільськогосподарських територій та вдосконалення систем моніторингу в басейнах малих річок. К.: НАУ, 2007. 58 с.
38. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. К.: ВІПОЛ, 2001. 48 с.
39. Мовчан Ю. В. До характеристики різноманіття іхтіофауни прісноводних водойм України (таксономічний склад, розподіл по річковим басейнам, сучасний стан). *Зб. наук. праць зоол. музею*. 2005. № 37. С 70-82.
40. Моніторинг вод. Басейнове управління водних ресурсів річки Південний Буг. <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>
41. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Вып. 10. Украинская ССР. Кн.1. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 605 с.
42. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році. К.: Вид-во Раєвського, 2003. 185 с.

43. Ободовський О.Г., Лук'янець О.І., Гребінь В.В., Почаєвець О.О. Середній річний стік води в межах районів річкових басейнів України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2019. № 3 (54). С.65-66.
44. Основні показники використання вод в Україні за 2012 рік. 2013. Вип. 22. 211 с.
45. Офіційний веб-сайт Держводагенства України: <https://davr.gov.ua/>
46. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: Довідковий посібник. К.: Ніка-Центр, 2001. 392 с.
47. Паспорт виникнення ризику надзвичайних ситуацій по Новобузькому районі, 2012 р.
48. Поверхневі води України. Гідрохімічний довідник. Осадчий В. І., Набиванець Б. Й., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б. К.: Ніка-Центр, 2008. 656 с.
49. Правила експлуатації Софіївського водосховища Новобузького району Миколаївської області. Миколаїв, 2008. 37 с.
50. Романенко В.Д. Основи гідроекології. К.: Обереги, 2001. 600 с.
51. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.: СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.
52. Червона Книга України. К.: Наукова Думка. 2010. 612 с.
53. Червона книга України. Тваринний світ. К.: Укр. енциклопедія, 1994. 464 с.
54. Чиста вода: Інтерактивна карта «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України». Державне агенство Водних Ресурсів України. <https://texty.org.ua/water/>
55. Яцик А.В., Бишовець Л.Б., Богатов Є.О. та інші. Малі річки України: Довідник . За ред. А.В.Яцика. К.: Урожай, 1991. 296 с.