

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра екологічного права і контролю

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

«Аналіз екологічного стану р. Південний Буг» «Analysis of the ecological state of the Southern Bug River»

Виконав: студент 2 курсу денної форми навчання
спеціальності 101 Екологія
Освітньо-професійна програма Екологія та охорона
навколишнього середовища

Петровський Олексій Валерійович

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник к.г.н., доц., Сапко О.Ю.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент к.т.н., доц. Юрасов С.М.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

Екологічного права і контролю

№ 5 від 08.грудня . 2025 р.

Завідувач кафедри

БУРГАЗ Олексій

(підпис)

(прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № _____
протокол № __ від ____ . ____ .2025 р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

НІКІПЕЛОВА Олена

(підпис)

(прізвище, ім'я)

Одеса 2025

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І.І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра екологічного права і контролю

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 101 Екологія

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Екологія та охорона навколишнього середовища

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

екологічного права і контролю

доц. Бургаз О.А.

« 27 » 09 2024 року

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

Петровському Олексію Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Аналіз екологічного стану р. Південний Буг

керівник роботи Сапко Ольга Юріївна, к.г.н., доц.

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

2. Строк подання студентом роботи грудень 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Робота присвячена аналізу екологічного стану басейну р. Південний Буг, з особливим акцентом на характеристику антропогенних джерел забруднення річки, оцінки якості вод та розробці шляхів щодо покращення якості води в басейні річки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Вступ; 2. Розділ перший: гідрографічна характеристика району дослідження (клімат, рельєф, геологічна будова, гідрогеологія, ґрунти, рослинність, тваринний світ, гідрологічний режим, специфіка річкового басейну); 3. Розділ другий: основні антропогенні джерела забруднення (забруднення основними речовинами, аварійне забруднення, стан сучасного водокористування); 4. Розділ третій: якість води річки Південний Буг (гідрохімічна характеристика, оцінка якості води за показником індексу забруднення, пропозиції щодо покращення якості води в басейні річки).

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Обов'язковими рисунками є ті що ілюструють види досліджень та таблиці, які характеризують ті чи інші показники, що використовуються для розрахунків та прогнозів необхідних для вирішення поставлених задач.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 27.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структурування роботи, визначення змісту	жовтень 2024 р	
2.	Збір вихідних даних до роботи. Збір та опрацювання джерел та літератури за темою кваліфікаційної роботи	листопад 2024р.- вересень 2025р.	
3.	Робота над першим розділом Гідрографічна характеристика району дослідження	лютий – березень 2025р.	
4.	Робота над другим розділом Основні антропогенні джерела забруднення	Квітень – травень 2025 р.	
5.	Робота над третім розділом Якість води річки Південний Буг	вересень 2025р	
6.	Написання вступу, висновків	жовтень - листопад 2025р	
7.	Остаточне формування та редагування списку літератури та джерел	листопад 2025р	

Студент _____
(підпис)

Петровський О.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Сапко О.Ю.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Петровський Олексій Валерійович

Аналіз екологічного стану р. Південний Буг

Річка Південний Буг є однією з найбільш важливих водних артерій України, яка забезпечує водопостачання мільйонам людей, слугує джерелом зрошення сільськогосподарських угідь, а також відіграє значну роль у підтриманні екологічного балансу регіону. Останніми роками спостерігається тенденція до погіршення якості води в річці, що зумовлено скидами неочищених або недостатньо очищених стічних вод, інтенсивним сільським господарством, урбанізацією та іншими факторами. Це створює потенційну загрозу не лише для природних екосистем, але й для здоров'я населення. У зв'язку з цим актуальним є проведення детального аналізу екологічного стану Південного Бугу на основі ключових фізико-хімічних показників якості води.

Метою даної роботи є проведення аналізу екологічного стану річки Південний Буг шляхом оцінки фізико-хімічних показників якості води у різних контрольних точках, оцінка якості води за індексом забруднення води та розробка заходів щодо її покращення.

Об'єктом дослідження є річка Південний Буг, її водне середовище та якісний склад води. Предметом дослідження є екологічний стан вод річки Південний Буг, зокрема зміни у хімічному складі води під впливом природних і антропогенних чинників.

Методами дослідження є: аналіз літературних джерел; гідрохімічний аналіз; статистична обробка даних; порівняльний метод.

Робота складається зі вступу, 3-х розділів, висновків та переліку посилань з 22 джерел. Загальний обсяг роботи складає 77 сторінок, у тому числі 8 таблиць та 4 рисунка.

Ключові слова: Південний Буг, екологічний стан, якість води, забруднення, антропогенний вплив, водні ресурси.

SUMMARY

Petrovsky Oleksiy Valeriyovych

Analysis of the ecological state of the Southern Bug River

The Southern Bug River is one of the most important waterways in Ukraine, providing water to millions of people, serving as a source of irrigation for agricultural land, and playing a significant role in maintaining the ecological balance of the region. In recent years, there has been a trend towards deterioration in the quality of the river water, caused by the discharge of untreated or insufficiently treated wastewater, intensive agriculture, urbanization, and other factors. This poses a potential threat not only to natural ecosystems but also to public health. In this regard, it is important to conduct a detailed analysis of the ecological state of the Southern Bug River based on key physical and chemical indicators of water quality.

The purpose of this work is to analyze the ecological state of the Southern Bug River by assessing the physical and chemical indicators of water quality at various control points, evaluating water quality using the water pollution index, and developing measures to improve it.

The object of the study is the Southern Bug River, its aquatic environment, and the qualitative composition of its water. The subject of the study is the ecological state of the waters of the Southern Bug River, in particular changes in the chemical composition of water under the influence of natural and anthropogenic factors.

The research methods are: analysis of literary sources; hydrochemical analysis; statistical data processing; comparative method.

The work consists of an introduction, three chapters, conclusions, and a list of references from 22 sources. The total volume of the work is 77 pages, including eight tables and four figures.

Keywords: Southern Bug, ecological status, water quality, pollution, anthropogenic impact, water resources.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1 ГІДРОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ	10
1.1 Клімат.....	13
1.2 Рельєф	15
1.3 Геологічна будова	17
1.4 Гідрогеологія	19
1.5 Ґрунти.....	22
1.6 Рослинність.....	25
1.7 Тваринний світ	28
1.8 Гідрологічний режим	30
1.9 Специфіка річкового басейну	32
2 ОСНОВНІ АНТРОПОГЕННІ ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ	34
2.1 Забруднення органічними речовинами	35
2.2 Забруднення біогенними речовинами	36
2.3 Забруднення небезпечними речовинами	39
2.4 Аварійне забруднення та вплив забруднених територій (полігонів, майданчиків, зон тощо).....	40
2.5 Гідроморфологічні зміни	41
2.6 Стан сучасного водокористування в басейні річки.....	42
2.6.1 Комунальне водокористування	50
2.6.2 Промислове водокористування	56
2.6.3 Водокористування у сільському господарстві	58
2.6.4 Водокористування на транспорті	59
2.6.5 Інші види водокористування	59
3 ЯКІСТЬ ВОДИ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ	60
3.1 Гідрохімічна характеристика річки Південний Буг	60

3.2 Оцінка якості води Південного Бугу за показником індексу забруднення води	66
3.3 Пропозиції щодо покращення якості вод у басейні річки Південний Буг	69
ВИСНОВКИ	72
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	75

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

БСК – біологічне споживання кисню;
ХСК – хімічне споживання кисню;
ГДК – гранично допустима концентрація;
ОБВР – орієнтовно безпечний вміст речовини;
КП – комунальне підприємство;
МКП – міське комунальне підприємство;
КВП – контрольно-вимірювальний пункт;
ОКВП – обласний контрольно-вимірювальний пункт;
ТЕС – теплова електростанція;
ГЕС – гідроелектростанція;
АЕС – атомна електростанція;
КГП – контрольно-гідрологічний пункт;
ДП – державне підприємство;
СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини;
ІЗВ – індекс забруднення води.

ВСТУП

Водні ресурси є одним із найважливіших природних багатств будь-якої країни, оскільки вони забезпечують основні потреби людини, господарської діяльності та функціонування природних екосистем. В Україні річка Південний Буг посідає особливе місце серед великих річок: вона є третьою за довжиною річкою, що повністю протікає в межах країни, та охоплює своєю водозбірною територією значну частину центральної та південної України.

Південний Буг є джерелом питного водопостачання для великих і малих населених пунктів, зокрема для міст Вінниця, Хмільник, Ладижин, Первомайськ, Вознесенськ, Миколаїв та інших. Вода річки також використовується у промисловості, сільському господарстві, енергетиці. Крім того, вона виконує важливу екологічну функцію, а саме забезпечує біорізноманіття водних і прибережних екосистем.

Однак з розвитком промисловості, аграрного сектору та зростанням чисельності населення на території басейну Південного Бугу, значно зросло навантаження на водні ресурси. До основних екологічних проблем річки можна віднести забруднення води органічними речовинами, сполуками азоту та фосфору, важкими металами, нафтопродуктами, а також підвищення рівня біогенного та антропогенного навантаження. Особливу небезпеку становлять скиди неочищених або недостатньо очищених стічних вод, ерозія ґрунтів, нераціональне використання добрив і пестицидів, що надходять у воду разом зі стоком з полів.

У зв'язку з цим аналіз екологічного стану Південного Бугу є надзвичайно актуальним. Він дозволяє виявити просторові та часові зміни у якості води, визначити джерела та масштаби забруднення, а також оцінити відповідність гідрохімічних показників екологічним нормативам. Такий аналіз слугує основою для розробки заходів з охорони водних ресурсів,

поліпшення якості водопостачання та збереження екологічного балансу в регіоні.

Метою даної роботи є проведення аналізу екологічного стану річки Південний Буг шляхом оцінки фізико-хімічних показників якості води у різних контрольних точках, оцінка якості води за індексом забруднення води та розробка заходів щодо її покращення.

Завданнями дослідження є:

1. Ознайомитися з гідрологічними особливостями та загальною характеристикою річки Південний Буг.
2. Провести аналіз основних показників якості води (БСК, ХСК, амоній, нітрати, фосфати, важкі метали тощо) за даними спостережень у Вінницькій та Миколаївській областях.
3. Порівняти отримані значення з орієнтовно безпечними рівнями впливу (ОБВР) та нормативами якості питної води.
4. Визначити основні джерела забруднення та антропогенні чинники, що впливають на стан річки.
5. Надати висновки щодо екологічного стану річки та запропонувати можливі шляхи покращення якості її вод.

Об'єктом дослідження є річка Південний Буг, її водне середовище та якісний склад води.

Предметом дослідження є екологічний стан вод річки Південний Буг, зокрема зміни у хімічному складі води під впливом природних і антропогенних чинників.

Методами дослідження є:

- аналіз літературних джерел для збору інформації про фізико-географічні особливості річки, її гідрологію та антропогенне навантаження;
- гідрохімічний аналіз для порівняння фактичних показників якості води з гранично допустимими концентраціями (ГДК) та ОБВР;

- статистична обробка даних для виявлення просторових закономірностей забруднення;
- порівняльний метод для оцінки якості води на різних ділянках річки.

1 ГІДРОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Річка Південний Буг є однією з найбільших річок басейну Чорного моря та найбільшою серед річок, басейн яких повністю розташований на території України. Площа її басейну становить 63,7 тис. км². Басейн річки на заході межує з басейном річки Дністер, а на півночі та сході з басейном річки Дніпро. Загальна довжина Південного Бугу складає 806 км (рис. 1.1) [1].



Рисунок 1.1 – Басейн р. Південний Буг.

Басейн Південного Бугу охоплює території семи областей України. Найбільші частини басейну займають:

- Вінницька область – 25,7 %,
- Кіровоградська область – 24,2 %,
- Миколаївська область – 23,2 %,
- Черкаська область – 13,2 %.

Менші частини басейну розташовані в Одеській, Хмельницькій та Київській областях.

Витік річки Південний Буг знаходиться на Подільській височині, біля села Холодець у Хмельницькій області.

У межах басейну річки Південний Буг нараховується 6594 водотоки загальною протяжністю 22,4 тис. км. Більшість із них становлять малі річки, довжина яких не перевищує 10 км. Кількість річок, які мають довжину понад 10 км – 349, з них 15 перевищують 100 км. Найбільш протяжними водотоками басейну є Південний Буг, Рів, Соб, Кодима, Синюха, Гірський Тікич, Гнилий Тікич, Велика Вись, Ятрань, Чорний Ташлик, Мертвовід, Чичиклія, Гнилий Єланець, Інгул та Громокля [1].

Також у басейні розташовано велику кількість водойм, які створені штучно. До водойм такого типу відносяться 189 водосховищ і 9640 ставків, загальний об'єм яких становить близько 1,5 км³ [1, 2].

Основні просторові характеристики р. Південний Буг наведено у табл. 1.1, а загальні характеристики басейну у табл. 1.2.

Таблиця 1.1 – Основні просторові характеристики р. Південний Буг

Відстань від гирла, км	Назва пункту	Висота над рівнем моря, м
806	Витік р. Південний Буг	321
681	Щедрівське водосховище	265,5
571	Сабарівське водосховище – м. Вінниця	233,5
400	Ладизинське водосховище	177
316	Гайворонське водосховище	131,7
195	Гирло р. Синюха – м. Первомайськ	59
135	Олександрівське водосховище	16
0	Гирло р. Інгул – м. Миколаїв	0

Таблиця 1.2 – Загальні характеристики басейну р. Південний Буг

Площа водозбору, км ²	63 700
Річки з площею водозбору більше 10 000 км ²	Південний Буг, Синюха
Річки з площею водозбору більше 3000 км ²	Тікич, Гірський Тікич, Гнилий Тікич, Інгул
Річки з площею водозбору більше 1000 км ²	Згар, Десна, Рів, Соб, Дохна, Савранка, Кодима, Велика Вись, Ятрань, Чорний Ташлик, Мертвовід, Чичиклія, Гнилий Єланець, Громокля
Річки з площею водозбору більше 500 км ²	Бужок, Вовк, Іква, Сливовода, Сільниця, Удич, Берладинка, Синиця, Конела, Шполка, Сухий Ташлик, Велика Корабельня, Бакшала, Сугоклія-Кам'янувата, Аджамка, Кам'янка, Сугоклія, Березівка
Найвища точка басейну, м над рівнем моря	396
Найнижча точка басейну, м над рівнем моря	3
Населення, тис. осіб (станом на 01.01.2012 р.)	4138
Міста з населенням більше 50 000 мешканців	Хмельницький, Вінниця, Умань, Кіровоград, Первомайськ, Миколаїв
Землекористування, % (станом на 01.01.2012 р.)	сільськогосподарські землі – 77,7 ліси – 9,0 водна поверхня – 2,0

1.1 Клімат

Басейн річки Південний Буг розташований у межах помірного кліматичного поясу Європи та характеризується помірно континентальним кліматом, що визначається поєднанням впливів атлантичних повітряних мас із заходу та континентальних – зі сходу. Географічне положення басейну, що простягається з північного заходу на південний схід, зумовлює просторову неоднорідність кліматичних умов, які змінюються з півночі на південь.

Середньорічна температура повітря в межах басейну коливається від $+7^{\circ}\text{C}$ на півночі (Житомирська та Хмельницька області) до $+10^{\circ}\text{C}$ на півдні (Миколаївська область). Найнижчі температури фіксуються у січні (від -4°C до -7°C) залежно від широти та висоти над рівнем моря. У північній частині басейну зимовий період триває довше та характеризується більш стійким сніговим покривом, тоді як у південних районах він часто нестабільний, з відлигами [1, 3 – 5].

Найвищі температури спостерігаються в липні, коли середні показники становлять $+20\dots+23^{\circ}\text{C}$. У літній період можуть виникати тривалі спекотні періоди з денними температурами понад $+30^{\circ}\text{C}$, особливо в південних і центральних районах басейну [1, 3 – 5].

Річна сума опадів у межах басейну змінюється від 650 – 700 мм на північному заході до 450 – 500 мм на південному сході. Близько 70 % усіх опадів припадає на теплий період року (квітень–жовтень), з максимумом у червні – липні. У цей час можливі короткочасні, але інтенсивні зливи, які можуть спричиняти паводки на малих річках [1, 3 – 5].

Взимку кількість опадів незначна та переважно випадає у вигляді снігу, хоча в південних частинах басейну можливі часті відлиги й дощі, що негативно впливають на формування снігового покриву та водного режиму річок.

Середня відносна вологість повітря становить близько 70 – 75 %, з коливаннями впродовж року: найвища – в зимові місяці, найнижча – у літній період, особливо під час тривалих посух [1, 3 – 5].

Середньорічна швидкість вітру в регіоні становить 3 – 4 м/с. Найінтенсивніші вітри переважають у відкритих південних районах басейну, де також спостерігаються пилові бурі навесні та на початку літа. Домінуючими напрямками вітру є західний і північно-західний, хоча в окремих регіонах можливі локальні відхилення.

Випаровування з поверхні землі та водних об'єктів зростає з півночі на південь і значно перевищує кількість опадів у південних районах. Це створює дефіцит вологи, особливо влітку, що має важливе значення для агрокліматичних умов і водного балансу річкової системи.

Кліматичні умови безпосередньо впливають на гідрологічний режим річок басейну Південного Бугу. Живлення річок має переважно змішаний тип – снігово-дощовий, із чітко вираженим весняним водопіллям (березень – квітень), що формується внаслідок танення снігу. Літньо-осінній період характеризується низькою водністю (меженню), яку періодично порушують паводки, викликані зливами [1, 3 – 5].

У зимовий період стік мінімальний, річки можуть вкриватися льодом (переважно в північній частині басейну), але тривалість льодоставу істотно зменшується в південному напрямку.

Таким чином, клімат басейну річки Південний Буг має складну просторову структуру та помітну сезонну варіабельність, що зумовлює особливості водного режиму річкової системи. З огляду на кліматичні тренди, зокрема зростання середньорічних температур і посилення посушливості в південних районах, можливі зміни у водному балансі басейну в майбутньому.

1.2 Рельєф

Басейн річки Південний Буг охоплює території центральної та частково південної України, проходячи через різноманітні геоморфологічні зони, що визначають характер рельєфу та фізико-географічну диференціацію регіону. Рельєф басейну загалом є хвилясто-височинним, із поступовим зниженням абсолютних висот у напрямку з північного заходу на південний схід, у бік Причорноморської низовини.

У верхній частині басейну, на території Волинської та Подільської височин, переважає підвищений, сильно розчленований рельєф. Тут річка Південний Буг та її притоки прорізають товщі кристалічних порід Українського щита, утворюючи вузькі, глибокі долини з крутими, подекуди скелястими схилами. Для цієї частини басейну характерні пороги, каньйони, значні перепади висот та ерозійні форми рельєфу. Абсолютні висоти сягають 300 – 350 м над рівнем моря [1, 3 – 5].

Середня частина басейну охоплює територію Подільської височини, де рельєф залишається хвилястим і досить розчленованим, проте спостерігається поступове зниження поверхні. Тут значну роль відіграють водно-ерозійні процеси, зокрема формування яружно-балкової сітки. У межах цієї зони Південний Буг зберігає порожистий характер, особливо у Вінницькій області.

Нижня частина басейну розташована в межах Причорноморської низовини, де рельєф переходить у рівнинний. Тут спостерігається зменшення глибини врізу річкових долин, ширші заплави та розвиток акумулятивних форм рельєфу. Абсолютні висоти знижуються до 0 – 100 м над рівнем моря. У цій частині річка має більш спокійний характер течії, з розвитком заплав, терас і ділянок заболочування [1, 3 – 5].

Формування рельєфу басейну тісно пов'язане з геологічною будовою території. У верхній і середній частинах басейну річка прорізає породи Українського кристалічного щита (граніти, гнейси, мігматити), що створює

умови для розвитку порожистих ділянок і скелястих уступів. Власне на цій території утворені такі відомі природні об'єкти, як Буцький каньйон, Богуславські пороги та інші [1, 3 – 5].

У межах південних районів, де поширені молоді осадові породи (мергелі, піски, глини), рельєф набуває м'якіших форм, із переважанням акумулятивних процесів, особливо в заплавах річки. Тут важливу роль відіграють алювіальні наноси, які формують терасову будову долин.

Долина річки має складну морфометричну будову та змінюється за характером уздовж течії. У верхів'ї та середній частині вона вузька, глибоко врізана (до 50 – 60 м), часто каньйоноподібна, з крутими схилами. У нижній частині долина значно розширюється (до 2 – 5 км і більше), з добре вираженими заплавами та кількома терасами [1, 3 – 5].

У межах середнього та нижнього басейну спостерігається розвиток старичних озер, піщаних мілин і ділянок заболочення. Деякі ділянки заплав активно використовуються в сільському господарстві, що призводить до трансформації природного рельєфу [1, 3 – 5].

Сучасний рельєф басейну формується під впливом як природних, так і антропогенних факторів. До основних активних процесів належать водна ерозія, зсуви, яроутворення (особливо в зонах лесових порід), а також антропогенна акумуляція, пов'язана з сільським господарством, будівництвом та гідротехнічною діяльністю (водосховища, греблі, регулювання русел).

Найбільш ерозійно небезпечними є території Подільської височини, де поширені льосовидні суглинки та яружно-балкова сітка. На півдні басейну, навпаки, спостерігається переважання акумулятивних процесів, зокрема розвиток заплавних форм рельєфу [1, 3 – 5].

1.3 Геологічна будова

Басейн річки Південний Буг охоплює території, розташовані в межах складної геоструктурної зони України, яка включає ділянки Українського щита, Волино-Подільської плити, Причорноморської западини та частково Дністровсько-Бузького прогину. Така структурна неоднорідність обумовлює значну геологічну строкатість району, різновіковість порід, їх петрографічний склад і умови залягання.

Геологічна будова басейну річки Південний Буг охоплює породи від архейської до кайнозойської ератеми, що свідчить про складну геодинамічну історію території.

Архейські та ранньопротерозойські породи широко представлені у межах Українського щита, що займає північну та центральну частини басейну. Тут виходять на денну поверхню кристалічні породи фундаменту – граніти, гнейси, мігматити, амфіболіти, які утворювалися в умовах високих тиску та температур, і є найбільш древніми геологічними утвореннями регіону (вік понад 2,5 млрд років) [1, 3 – 5].

Верхньопротерозойські утворення трапляються у вигляді метаморфізованих осадово-магматичних товщ, зокрема сланців, кварцитів, що лежать дискордантно на більш древніх кристалічних породах.

Палеозойські відклади в межах басейну поширені фрагментарно. У західній частині, в межах Волино-Подільської плити, трапляються девонські, карбонські та пермські породи, представлені вапняками, доломітами, пісковиками, а також червоноколірними глинами.

Мезозойські утворення (тріас–крейда) представлені переважно морськими та лагунними відкладами – пісками, пісковиками, глинами та мергелями. Вони більш характерні для південно-східної частини басейну, особливо в межах Причорноморської западини [1, 3 – 5].

Кайнозойські (неогенові та четвертинні) породи широко розвинені на території басейну. До неогену належать вапняки, мергелі, піски, глини, що

утворилися в умовах теплового мілководного моря. Четвертинні відклади – цеалювіальні, еолові, делювіальні та пролювіальні утворення (льосовидні суглинки, супіски, алювіальні наноси), які формують сучасний покрив території [1, 3 – 5].

Басейн Південного Бугу знаходиться на межі кількох великих тектонічних структур. Основу його північної та центральної частини становить Український щит – давня платформа, яка є частиною Східноєвропейської платформи. Цей щит представлений інтенсивно метаморфізованими та магматичними породами архею та протерозою, які розбиті численними розломами й тектонічними порушеннями [1, 3 – 5].

На південь від Українського щита розташовується Причорноморська западина – молодий прогин, заповнений потужною товщею осадових порід мезозойсько-кайнозойського віку. Перехід між цими структурами здійснюється через зонально розвинені дислокації та тектонічні уступи, що часто збігаються з руслами річок або зонами розломів.

У межах Подільської височини, якою протікає середня течія Південного Бугу, тектонічні структури орієнтовані переважно у північно-західному та південно-східному напрямках. Тут відзначаються численні скиди, антиклінальні та синклінальні структури, що впливають на морфологію річкової долини [1, 3 – 5].

Геологічна будова безпосередньо впливає на формування сучасного рельєфу, гідрографії та ерозійних процесів у басейні. У межах Українського щита, де переважають тверді кристалічні породи, сформовані каньйоноподібні долини з численними порогами, що є результатом тривалого ерозійного врізу. Відомими є пороги Південного Бугу в районах сіл Мигія, Грушівка, Буки тощо.

У регіонах із переважанням осадових порід спостерігається розвиток акумулятивного рельєфу, яружно-балкової мережі та часті прояви карстових процесів (особливо вапнякові товщі Поділля).

Також у межах басейну поширені ендегенні процеси, зокрема сейсмічна активність у південній частині Причорноморської западини, хоча вона незначна. Екзогенна діяльність (ерозія, суфозія, зсуви) більш активна у лесових та льосовидних відкладах центральної частини басейну [1, 3 – 5].

У межах басейну Південного Бугу поширені різноманітні корисні копалини, які мають геологічне й економічне значення. Серед них:

- будівельні матеріали: граніти, гнейси, лабрадорити (на Українському щиті);
- сировина для цементної промисловості: мергелі, вапняки;
- пісок, глина, суглинки – поширені у четвертинних відкладах;
- підземні води, у тому числі мінеральні (наприклад, Хмільник).

Геологічна будова басейну річки Південний Буг є надзвичайно складною та різноманітною, охоплюючи як найдавніші кристалічні породи Українського щита, так і молоді осадові товщі Причорноморської западини. Вона суттєво впливає на формування рельєфу, гідрологічну мережу, розвиток природних процесів та ресурсний потенціал регіону. Знання геологічних особливостей басейну є важливим для розв'язання питань землекористування, охорони надр і сталого розвитку природного середовища.

1.4 Гідрогеологія

Басейн річки Південний Буг охоплює значну територію центральної та південної частини України, де представлена складна геогідрологічна структура, зумовлена поєднанням різновікових геологічних формацій, різнорідних водоносних комплексів, тектонічних розломів і морфоструктурних зон. У межах басейну формуються й функціонують численні водоносні горизонти, що відрізняються за умовами залягання, потужністю, гідродинамічним режимом і хімічним складом підземних вод.

У гідрогеологічному плані територія басейну р. Південний Буг належить до Східноєвропейської платформи й поділяється на кілька регіональних структурних одиниць:

- Український щит (північна та центральна частина басейну) – зона кристалічного фундаменту з незначною товщею осадових порід, де формуються тріщинувато-жильні та тріщинувато-карстові водоносні системи;
- Волино-Подільська плита (північно-західна частина) – характеризується наявністю карбонатних товщ, здатних до карстоутворення й розвитку тріщинуватого водоносного комплексу;
- Причорноморська западина (південна частина басейну) – потужна зона осадового покриву з добре розвиненими пластовими артезіанськими водоносними горизонтами [1].

У межах басейну виділяються наступні основні гідрогеологічні комплекси [1, 3 – 5]:

а) тріщинуваті та жильні води кристалічних порід (архей–протерозой). Розповсюджені в районах виходу Українського щита (Вінницька, частково Кіровоградська та Хмельницька області). Води залягають у зонах тектонічних порушень, тріщинуватості, у контактах із жильними породами. Дебіт свердловин, як правило, невеликий (0,1 – 1,5 л/с), води прісні або слабомінералізовані, гідрокарбонатно-кальцієвого складу, з глибиною залягання від 10 до 100 м;

б) карстово-тріщинуваті води карбонатних порід девонського, карбонського, юрського та неогенового віку. Найбільш розвинені в межах Поділля, де представлені вапняки, доломіти, гіпси, що формують зони вторинної пористості та карстові порожнини. Тут можуть формуватися значні підземні водозбори з дебітами свердловин до 5 – 10 л/с. Води часто використовуються для водопостачання, зокрема у сільських районах;

в) пористі водоносні горизонти в осадовому покриві (неоген–четвертинні). У нижній течії Південного Бугу (Миколаївська область,

частково Одеська) поширені водоносні горизонти в пісках, алевритах, пісковиках, перекриті водотривкими глинами. Глибина залягання коливається в межах 20 – 200 м. Формується пластовий артезіанський режим, часто із напірними умовами. Води переважно гідрокарбонатно-кальцієві або сульфатні, мінералізація – від 0,3 до 1,5 г/л;

г) алювіально-делювіальні води четвертинного віку (грунтові води). Розповсюджені в заплавах річки Південний Буг та її приток. Глибина залягання ґрунтових вод складає 1 – 5 м. Живлення переважно інфільтраційне (за рахунок атмосферних опадів і річкових вод). Ці води зазнають значного антропогенного впливу, часто забруднені нітратами, органікою, побутовими стоками [3].

Гідродинамічний режим водоносних горизонтів басейну визначається поєднанням природного (атмосферне живлення, інфільтрація з річок, бокове надходження) та антропогенного факторів (водозабір, меліорація, знищення природної рослинності).

Живлення підземних вод здійснюється переважно атмосферними опадами, у меншій мірі за рахунок фільтрації з поверхневих вод (особливо в заплавних зонах).

Розвантаження підземних вод відбувається у вигляді джерел, виходів на схилах долин, живлення річок, а також через штучні свердловини.

Рівень ґрунтових вод сезонно змінюється: підвищується навесні, знижується влітку та восени. У південній частині басейну спостерігається тенденція до загального зниження рівнів унаслідок інтенсивного водозабору.

Хімічний склад підземних вод змінюється в залежності від глибини залягання, типу водоносного горизонту та умов гідродинаміки. У більшості випадків води мають гідрокарбонатно-кальцієвий або гідрокарбонатно-натрієвий склад при невисокій мінералізації (до 1 г/дм³) [3 – 5].

У південних і південно-східних районах басейну, особливо в Причорноморській западині, поширені сульфатні та хлоридні води з підвищеною мінералізацією (1,5 – 3 г/дм³ і більше), що обмежує їхнє

використання для питного водопостачання без попереднього знезасолення [3].

У багатьох районах, особливо сільськогосподарських, зафіксовано забруднення підземних вод нітратами, амонієм, важкими металами та пестицидами. Це потребує регулярного моніторингу якості вод і впровадження природоохоронних заходів.

Підземні води басейну активно використовуються для:

- централізованого та децентралізованого водопостачання населених пунктів;
- технічного водозабезпечення промислових об'єктів;
- зрошення в південних районах;
- видобутку мінеральних вод (наприклад, Хмільник – радонові води).

У зв'язку з недостатнім рівнем поверхневих вод, особливо у південній частині басейну, значна частина господарського водопостачання базується на підземних джерелах, що створює потенційні загрози виснаження запасів.

1.5 Ґрунти

Басейн річки Південний Буг характеризується складною ґрунтово-географічною структурою, яка сформувалася під впливом поєднання різних кліматичних, геолого-геоморфологічних, гідрологічних і біоценотичних факторів. У межах басейну спостерігається перехід від лісових до степових ґрунтів, що відображає поступову зміну природних зон у напрямку з півночі на південь.

Формування ґрунтів у межах басейну Південного Бугу відбувається під впливом таких ключових чинників:

- кліматичних: зі зміною в напрямку з помірно вологого (на півночі) до помірно посушливого (на півдні);

- геолого-літологічних: із переважанням льосовидних суглинків і льосів, алювіальних відкладів у заплавах, а також кристалічних порід у центральній частині (на Українському щиті);
- гідрологічних: з огляду на наявність розгалуженої річкової мережі, яка впливає на гідроморфні ґрунти;
- рельєфу: що спричиняє мозаїчність ґрунтового покриву на схилах, у балках, ярах і заплавах;
- антропогенних: особливо внаслідок сільськогосподарського освоєння, що спричинило деградацію значної частини ґрунтового покриву (ерозія, переущільнення, зниження гумусного горизонту) [3].

Зональність ґрунтового покриву басейну річки Південний Буг простежується чітко та відображає географічну зміну природних ландшафтів:

1. Полісська зона (північна частина басейну, Житомирська область). У цій зоні сформувалися переважно дерново-підзолисті ґрунти, а також болотні та торфово-болотні ґрунти в пониженнях рельєфу. Вони формуються на піщаних і супіщаних відкладах, мають низьку природну родючість, кислу реакцію (рН 4,5 – 5,5) та потребують вапнування [3].

2. Лісостепова зона (центральна частина басейну – Хмельницька, Вінницька, Кіровоградська області). Ця зона є найбільш продуктивною в агрономічному сенсі й характеризується переважанням:

- сіроземів темно-сірих опідзолених ґрунтів на півночі;
- чорноземів опідзолених та типових на лесовидних суглинках;
- лучно-чорноземних ґрунтів у заплавах частинах долин [3].

Ґрунти мають високий вміст гумусу (до 4 – 6 %), потужний гумусовий горизонт (до 50 – 70 см), зернисто-комкувату структуру та сприятливі водно-фізичні властивості. Вони є основою для ведення інтенсивного землеробства [3].

3. Степова зона (південна частина басейну – Миколаївська, Одеська області). Переважають чорноземи звичайні та південні, а також каштанові

грунти на суглинкових та глинистих породах. Ці ґрунти мають високу родючість, але їхня водозабезпеченість є недостатньою через посушливий клімат. Характерні риси:

- гумусний горизонт потужністю до 40 – 60 см;
- вміст гумусу складає 3 – 5 %;
- слабка кислотність або нейтральна реакція;
- підвищена небезпека деградації (вітрова та водна ерозія, вторинне засолення при зрошенні) [3].

У заплавлених частинах річки Південний Буг та її численних приток формуються азональні ґрунти, які не пов'язані із загальною кліматичною зональністю:

- лучно-болотні, болотні, алювіальні дернові;
- солонці, солончаки – переважно в південних степових районах, де порушений водний баланс і підвищений вміст натрію та хлоридів у ґрунтовому розчині;
- ерозійно-трансформовані ґрунти – на схилах балок і ярів, де природний профіль порушено внаслідок змиву верхніх горизонтів.

Гідроморфні ґрунти зазнають значного антропогенного впливу через осушення, меліорацію, сільськогосподарське навантаження. У деяких районах необхідне відновлення їх природного водного режиму.

Значна частина ґрунтів басейну перебуває в стані деградації внаслідок інтенсивної експлуатації, особливо:

- ерозійні процеси охоплюють до 25 – 30 % ріллі, особливо в лісостеповій зоні;
- зниження вмісту гумусу на фоні безсистемного використання мінеральних добрив і відсутності органічного живлення;
- ущільнення ґрунтів унаслідок механізованого обробітку та надмірного випасу худоби;
- вторинне засолення у зонах зрошення півдня;

- забруднення пестицидами та важкими металами поблизу промислових зон [3, 5].

Ґрунти басейну Південного Бугу є важливим природним ресурсом, що визначає аграрний потенціал регіону. Високопродуктивні чорноземи, опідзолені та лучні ґрунти активно використовуються для вирощування зернових, технічних культур (соняшник, цукровий буряк), овочів та кормових трав. У зв'язку з цим важливою є проблема збалансованого землекористування, протиерозійного захисту та збереження родючості ґрунтів.

1.6 Рослинність

Рослинний покрив басейну річки Південний Буг є надзвичайно різноманітним та мозаїчним, що зумовлено географічним положенням території в межах кількох природно-ландшафтних зон України: Полісся, Лісостепу та Степу. Така широтна зональність у поєднанні з великою протяжністю басейну в меридіональному напрямку, різноманітністю рельєфу, мікроклімату, ґрунтів та гідрологічних умов формує складну й багатокомпонентну структуру рослинного покриву.

В межах басейну розрізняють наступні зональні типи рослинності:

1. Поліська рослинність (північна частина басейну). У межах північних відрізків басейну, що охоплюють частину Житомирської області, поширені фрагменти поліської рослинності. Характерними є:

- соснові та сосново-дубові ліси на дерново-підзолистих піщаних ґрунтах;
- вільшняки та березняки у знижених, перезволожених ділянках;
- болотна рослинність— осока, сфагнові мохи, лепеха звичайна, рогіз, хвощі.

Флористичний склад тут представлений вологолюбними та мезофітними видами, серед яких *Carex acutiformis*, *Equisetum fluviatile*, *Betula pubescens*, *Alnus glutinosa*, *Pinus sylvestris*, *Vaccinium myrtillus* [5].

1.2. Лісостепова рослинність (центральна частина басейну). Це домінуюча ландшафтна зона басейну, охоплює Хмельницьку, Вінницьку, Кіровоградську та частково Черкаську області. Характеризується високим рівнем трансформації природної рослинності, однак залишки корінних типів все ще збереглися у вигляді:

- дібров (*Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Acer campestre*) на опідзолених чорноземах і сірих лісових ґрунтах;
- лучних і лучно-степових фітоценозів по схилах балок та річкових терасах;
- заплавної деревної рослинності з домінуванням *Populus nigra*, *Salix alba*, *Alnus glutinosa*.

Також поширена лучна рослинність з пануванням злаково-різнотрав'я: *Poa pratensis*, *Festuca pratensis*, *Trifolium pratense*, *Filipendula vulgaris* [5].

3. Степова рослинність (південна частина басейну). У межах Миколаївської, Одеської та частково Кіровоградської областей спостерігається формування степових ландшафтів. Корінна степова рослинність тут зазнала значного антропогенного перетворення, однак у деяких районах (на схилах балок, в заказниках, заповідниках) збереглися типові ценози з домінуванням:

- ковили української (*Stipa ucrainica*), ковили волосистої (*Stipa capillata*), тонконога (*Poa bulbosa*), тирси (*Stipa lessingiana*);
- полинів (*Artemisia* spp.), ксерофітного різнотрав'я (*Salvia nemorosa*, *Achillea millefolium*, *Galium verum*);
- у більш зволжених ділянках лучно-стєпова рослинність з переважанням осоки, лепешнюка, м'яти болотної тощо [5].

У заплавах Південного Бугу та його приток широко поширені азональні типи рослинності, що не залежать від широтної зональності, а формуються

під впливом гідрологічного режиму річки, терасності та водного навантаження.

Заплавна деревна рослинність формується вздовж русла річки, представлена переважно вільховими та вербово-тополевыми лісами. Домінуючими видами є *Populusalba*, *Populusnigra*, *Salixalba*, *Salixfragilis*, *Alnusglutinosa*, іноді з домішкою *Ulmuslaevis*, *Fraxinusexcelsior*.

Очеретяно-осокові угруповання характерні для заболочених ділянок і мілководних частин русел. Типовими видами є *Phragmitesaustralis*, *Typhalatifolia*, *Carexacuta*, *Scirpuslacustris*, *Glyceriamaxima*.

Гідрофільна та водна рослинність. У стоячих і повільно-текучих водах річки поширені угруповання рясок (*Lemnaspp.*), елодеї (*Elodeacanadensis*), ряски малої, роголистника (*Ceratophyllumdemersum*), рдеста (*Potamogetonspp.*) [5].

Через високу щільність населення та розвиток сільського господарства значна частина рослинного покриву басейну зазнала деградації. Землі під ріллею займають понад 70 % території в окремих районах (особливо в Лісостепу та Степу). Лісистість басейну є нерівномірною, в середньому не перевищує 10 – 15 %, хоча в північних районах сягає 20 – 25 %. Рудеральна рослинність розвивається на порушених землях, уздовж доріг, у населених пунктах (види: *Artemisiavulgaris*, *Cirsiumarvense*, *Amaranthusretroflexus*, *Convolvulusarvensis*) [5].

На території басейну зростає низка рідкісних, ендемічних і зникаючих видів, занесених до Червоної книги України: *Adonisvernalis*, *Stipacapillata*, *Stipapennata*, *Irishumilis*, *Astragalusdasyanthus*, *Pulsatillapratensis*. Унікальні степові та скельно-степові угруповання спостерігаються у межах природного парку «Бузький Гард», заказників «Гранітно-степове Побужжя», «Трикратський ліс» тощо. Ці території мають особливу цінність як залишки майже недоторканої степової та прибережної рослинності в умовах значної трансформації довкілля [5].

1.7 Тваринний світ

Тваринний світ басейну річки Південний Буг вирізняється значним біорізноманіттям, зумовленим широтною протяжністю території, поєднанням лісових, степових, лучних, заплавних та водно-болотних екосистем, а також переходом басейну через три природні зони: Полісся, Лісостеп і Степ. Фауна регіону формувалася в умовах різноманітного рельєфу, клімату та ґрунтів, а також під впливом господарської діяльності людини. На сьогодні її структура має складний характер і представлена як автохтонними, так і синантропними видами.

Фауністичне зонування басейну Південного Бугу наступне:

1. Поліська фауна (північна частина басейну). У межах Житомирської області, на ділянках із залишками хвойно-широколистяних лісів, поширені види, характерні для північних районів України:

- Ссавці: сарна європейська (*Capreolus capreolus*), кабан (*Sus scrofa*), заєць-русак (*Lepus europaeus*), лисиця звичайна (*Vulpes vulpes*), куниця лісова (*Martes martes*).
- Птахи: зяблик (*Fringilla coelebs*), дрізд чорний (*Turdus merula*), шпак (*Sturnus vulgaris*), синиця велика (*Parus major*), сова сіра (*Strix aluco*).
- Амфібії та рептилії: тритон звичайний (*Triturus vulgaris*), жаба трав'яна (*Rana temporaria*), ящірка живородна (*Zootoca vivipara*).
- Безхребетні: типові лісові форми: жужелиця велика (*Carabus coriaceus*), різні види молюсків, павуків, мурашок [5].

2. Лісостепова фауна (центральна частина). Центральні області басейну (Хмельницька, Вінницька, Кіровоградська) мають найбагатше фауністичне різноманіття завдяки поєднанню лісових масивів, луків, ріллі та водно-болотних угідь:

- Ссавці: борсук (*Meles meles*), козуля, куниця кам'яна (*Martes foina*), ласка (*Mustela nivalis*), їжак європейський (*Erinaceus europaeus*), кажани.

- Птахи: фазан (*Phasianuscolchicus*), канюк звичайний (*Buteobuteo*), сорока (*Picapica*), сойка (*Garrulusglandarius*), сова вухата (*Asiootus*).
- Плазуни: вуж звичайний (*Natrixnatrix*), гадюка звичайна (*Viperaberus*), ящірка прудка (*Lacertaagilis*).
- Безхребетні: значна кількість видів метеликів, жуків (наприклад, рогач звичайний *Lucanuscervus*), дощові черв'яки, водяні комахи [5].

3. Степова фауна (південна частина). На півдні басейну (Миколаївська, Одеська області) тваринний світ адаптований до умов відкритого простору, посушливого клімату та інтенсивної господарської діяльності:

- Ссавці: ховрахи (*Spermophilusspp.*), тхір степовий (*Mustelaeversmanii*), заєць-русак, лисиця, вовк (на околицях природоохоронних зон).
- Птахи: жайворонок польовий (*Alaudaarvensis*), лунь степовий (*Circusmacrourus*), канюк степовий (*Buteorufinus*), деркач (*Crexcrex*), сова болотяна (*Asioflammeus*).
- Плазуни: ящірка різнобарвна (*Lacertaviridis*), полоз жовточеревий (*Dolichophiscaspius*).
- Ентомофауна: степові клопи, бабки, метелики, прямокрилі (саранові), численні види бджіл та ос [5].

Річка Південний Буг, її численні притоки, озера, стариці та болота створюють умови для існування гідрофільних тварин. У басейні виявлено понад 50 видів риб. Основні види:

- промислові: щука (*Esoxlucius*), судак (*Sanderlucioperca*), лящ (*Abramisbrama*), короп (*Cyprinuscarpio*), плітка (*Rutilusrutilus*);
- рідкісні або зникаючі: мінога українська (*Eudontomyzonmariae*), марена звичайна (*Barbusbarbus*), вирезуб (*Vimbavimba*) занесені до Червоної книги України.

Земноводні і водоплавні птахи: амфібії: жаба озерна (*Pelophylaxridibundus*), жаба ставкова (*Pelophylaxlessoneae*), тритон

гребінчастий (*Triturus cristatus*); птахи: лебідь-кликун (*Cygnus cygnus*), чапля сіра (*Ardea cinerea*), гуска сіра (*Anser anser*), крижень (*Anas platyrhynchos*), погоничі (*Porzana spp.*) [5].

Ссавці: водяна полівка (*Arvicola amphibius*), ондатра (*Ondatra zibethicus*), видра річкова (*Lutra lutra*). Остання є рідкісною й охороняється.

У межах басейну зафіксовано кілька десятків видів тварин, занесених до Червоної книги України, серед них: видра річкова, тхір степовий, кажан північний (*Eptesicus nilssonii*); лунь степовий, сова болотяна, сорокопуд сірий (*Lanius excubitor*), сиворакша (*Coracias garrulus*); стерлядь (*Acipenser ruthenus*), вирезуб, мінога; рогач звичайний, вусач мускусний (*Aromia moschata*), жук-олень [5].

Тваринний світ басейну Південного Бугу зазнав істотних змін унаслідок антропогенної трансформації середовища. Основні чинники деградації:

- розорювання земель і знищення природних середовищ існування;
- забруднення водойм стічними водами, що негативно впливає на водну фауну;
- лісовирубки, меліорація та зміна гідрологічного режиму;
- полювання, браконьєрство, порушення умов гніздування птахів.

У межах басейну створено низку природоохоронних територій, серед яких Національний природний парк «Бузький Гард», заказники «Гранітно-степове Побужжя», регіональні ландшафтні парки та ботанічні пам'ятки природи. Їхня діяльність спрямована на збереження біорізноманіття, охорону рідкісних видів і стабілізацію природних екосистем.

1.8 Гідрологічний режим

Гідрологічний режим річки Південний Буг формується під впливом кліматичних, геоморфологічних, гідрогеологічних та антропогенних факторів і має виражену сезонну ритмічність. Живлення річки змішане, з

переважанням снігового, що становить понад половину річного стоку. Значну роль також відіграє дощове живлення, тоді як частка підземного живлення варіюється в межах 10 – 20 % і зростає у верхній і середній течії, де поширені тріщинуваті породи Українського щита [3 – 5].

Режим річки включає чотири основні фази: весняну повінь, літню межень з дощовими паводками, осіннє підвищення рівня води та зимову межень. Весняна повінь, що настає у березні або на початку квітня, є найпотужнішою фазою і забезпечує до 60 % річного стоку. Внаслідок танення снігу рівень води стрімко зростає, нерідко річка виходить на заплаву, особливо у середній течії. У літній період стік значно зменшується через посилене випаровування та незначну кількість опадів. Проте у разі сильних дощів можуть виникати короточасні паводки. Восени відзначається деяке підвищення рівня води, обумовлене збільшенням кількості опадів, але без значного виходу води за межі русла. У зимовий період формується стійка межень, коли основним джерелом живлення річки є підземні води. Зимовий гідрологічний режим супроводжується льодовими явищами, включаючи льодостав, забереги, шугохід. Льодовий покрив зазвичай встановлюється в грудні й утримується протягом 50 – 90 діб [3 – 5].

Характеристика стоку варіюється залежно від ділянки течії. У середній частині річки середньорічна витрата води становить близько 100 – 130 м³/с, а річний об'єм стоку біля гирла сягає 3,5 – 4,0 км³. Рельєф впливає на швидкість течії: у верхній частині вона є більш стрімкою, часто з порогами, тоді як у нижній течії швидкість зменшується, русло стає ширшим і звивистішим, розвивається заболоченість заплав [3 – 5].

Важливим чинником зміни гідрологічного режиму є антропогенна діяльність. Значне регулювання стоку здійснюється шляхом створення водосховищ і гідроелектростанцій, зокрема Ладизинського водосховища. Крім того, водозабір для потреб промисловості, сільського господарства та населення призводить до зниження рівня води, особливо у літній період. Забруднення води стічними водами, агрохімікатами та побутовими

відходами погіршує якість водного середовища, що негативно впливає на гідробіоценози. Меліорація заплав та осушення земель сприяють зменшенню водоутримувальної здатності території, порушуючи природний баланс.

Останніми десятиліттями, під впливом глобальних змін клімату, спостерігаються зменшення весняного стоку, зростання частоти літніх паводків і подовження маловодного періоду. Ці зміни мають важливе значення для управління водними ресурсами в басейні Південного Бугу й вимагають впровадження комплексних заходів щодо збереження природного гідрологічного режиму та раціонального використання вод [3 – 5].

1.9 Специфіка річкового басейну

Басейн річки Південний Буг має низку специфічних природних, геоморфологічних та гідрологічних особливостей, які зумовлюють його унікальність у межах території України. Це один із найбільших річкових басейнів країни, який охоплює площу понад 63 тисячі км² і простягається через три фізико-географічні зони – Полісся, Лісостеп і Степ. Така широтна зональність забезпечує високу природну різноманітність ландшафтів, ґрунтів, водного режиму та екосистем.

Однією з головних специфічних рис басейну є його геологічна основа: значна частина території розташована на кристалічному фундаменті Українського щита. Це зумовлює наявність скелястих ділянок, глибоких каньйонів, порогів, особливо в середній течії річки. Саме тут розташована одна з найвідоміших геоморфологічних ділянок – Гранітно-степове Побужжя, де річка прорізає виходи архейських і протерозойських порід, створюючи унікальні природні комплекси.

Руслова мережа басейну має виражену асиметричну будову: права частина басейну є більш розгалуженою, з численними притоками, тоді як ліва має менш розвинену дренажну систему. Усього в басейні Південного Бугу налічується понад 6,5 тис. водотоків, переважна більшість з яких малі

річки довжиною до 10 км. Проте басейн включає й низку значних приток, таких як Синюха, Інгул, Гнилий Тікич, Велика Вись, Ятрань, що відіграють важливу роль у формуванні водного балансу основної річки [3 – 5].

Ще однією специфікою є те, що Південний Буг майже повністю протікає в межах України, формуючи замкнутий національний водозбірний басейн без транскордонного впливу. Це створює унікальні можливості для цілісного управління водними ресурсами в межах однієї держави.

Кліматична специфіка басейну полягає в поступовому переході від вологих помірно-континентальних умов Полісся до посушливих степових кліматичних режимів у Причорномор'ї. Це безпосередньо впливає на обсяг річкового стоку, водозабезпечення, розвиток зрошення та структуру водного балансу. У південній частині басейну спостерігається дефіцит води, що посилюється у літній період через високе випаровування й інтенсивне господарське використання водних ресурсів [3 – 5].

Гідрологічний режим річки в межах басейну має яскраво виражений сніговий тип живлення з весняною повінню як основною фазою водності. Разом з тим, через складну геоморфологічну будову та регулювання стоку гідротехнічними спорудами, зокрема водосховищами та ГЕС, режим річки зазнає суттєвих локальних коливань, що змінюють її природну динаміку [3 – 5].

Отже, специфіка басейну Південного Бугу визначається комбінацією його геолого-геоморфологічної будови, розташування в межах різних природних зон, особливостей річкової мережі та гідрологічного режиму. Поєднання давніх кристалічних порід, значного ландшафтного різноманіття, асиметрії притоків і впливу людської діяльності створює унікальну модель річкового басейну з великим потенціалом і водночас високою екологічною вразливістю.

2 ОСНОВНІ АНТРОПОГЕННІ ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ

Як вказано в Розділі 1, басейн Південного Бугу охоплює території семи областей, а саме Хмельницької, Вінницької, Київської, Кіровоградської, Черкаської, Миколаївської та Одеської. Соціально-економічна структура цього регіону сприяє виникненню антропогенного навантаження, яке впливає на екосистеми поверхневих вод. Нижче наведено основні факторами якими обумовлено антропогенне навантаження в басейні річки Південний Буг.

На території басейну розташовано 2966 населених пунктів, де, станом на 1 січня 2018 р., проживало 3,7 млн осіб. Щільність населення є різною для областей і варіюється у Хмельницькій, Вінницькій та Миколаївській областях від 65 до 90 осіб/км², у Кіровоградській та Черкаській областях від 40 до 50 осіб/км², та у Київській та Одеській областях близько 35 осіб/км² [5].

Промислові підприємства різних галузей. Промисловість в басейні Південного Бугу представлена такими галузями, як енергетика, харчова промисловість, виробництво будівельних матеріалів і кольорова промисловість. Найбільшу частку водозабору з поверхневих вод у басейні здійснюють наступні підприємства по галузям [6]:

- енергетичний сектор – 85 %,
- харчова промисловість – 8 %,
- кольорова промисловість – 3 %,
- виробництво будматеріалів – 2 %,
- рибна промисловість – 0,004 %,
- поліграфічна промисловість – 0,004 %.

Найбільший водозбір для енергетичних підприємств здійснюється у Миколаївській (72 %) та Вінницькій (19 %) областях, для харчової промисловості – у Вінницькій (59 %), Миколаївській (16 %) та Хмельницькій (12 %) областях, а для кольорової промисловості – у Кіровоградській області (100 %). Підприємства харчової галузі є основними джерелами забруднення

води азотистими сполуками (амонієм, нітратами, нітритами), а також фосфатами [5, 6].

Сільське господарство є однією з головних галузей у всіх семи областях басейну і характеризується високим рівнем розвитку. Основні сільськогосподарські культури, які вирощуються в басейні річки Південний Буг, включають зернові, технічні, овочеві, баштанні, картоплю та кормові культури.

Поперечні споруди на малих і середніх річках перешкоджають вільному проходженню води, наносів і міграції гідробіонтів, а також змінюють режим річок з транзитного на акумуляційний.

2.1 Забруднення органічними речовинами

Основною причиною забруднення поверхневих вод органічними речовинами є недостатня ефективність очищення стічних вод або повна відсутність їх очищення. Це може призвести до значних змін у кисневому балансі поверхневих вод, що, в свою чергу, спричиняє зміну складу видів гідробіонтів або навіть їх знищення. Для оцінки кількості надходження органічних речовин зі стічними водами використовують показники БСК і ХСК.

Ґрунтовий покрив у басейні річки Південний Буг характеризується здатністю ефективно утримувати гумус у верхніх шарах ґрунту, що суттєво зменшує його втрати під час водної ерозії та стоку. Така властивість ґрунтів сприяє збереженню стабільного рівня органічних речовин природного походження у водному середовищі річки, який залишається незначним. Основним антропогенним джерелом надходження органічних речовин у води річки є приватні домоволодіння сільської місцевості, де відсутні системи централізованого водовідведення. У таких населених пунктах побутові стоки переважно утилізуються через локальні вигрібні ями або відстійники,

розташовані безпосередньо на присадибних ділянках, що створює потенційну загрозу локального забруднення поверхневих і ґрунтових вод.

У сільських районах та невеликих населених пунктах стічні води потрапляють у відстійники, що зазвичай розташовуються в землі, звідки забруднюючі речовини можуть проникати в підземні води, а потім у річки. Процеси мікробіальної активності та сорбції у ґрунті дозволяють утилізувати до 70 % органічних речовин. Однак велика кількість населених пунктів, які не мають очисних споруд для очищення стічних вод, спричиняють забруднення поверхневих вод.

В межах басейну р. Південний Буг знаходиться біля 3 тис. населених пунктів. Найбільший вклад в забруднення поверхневих вод здійснюють міста з населенням понад 100 тисяч осіб. Великих міст з населенням понад 10 тисяч осіб в басейні річки налічується 35.

У 2018 р. до меж водозбору річки Південний Буг надійшло:

- 368,5 т органічних речовин за БСК₅;
- 1575 т за ХСК [5].

Усього зі стічними водами від антропогенних джерел до басейну річки Південний Буг надійшло 2,45 тис. т органічних речовин (за ХСК), з яких 54 % потрапило до річки Південний Буг зі стічними водами м. Вінниці та м. Хмельницького. Річки Інгул та Уманка отримали 23 % і 7 % від загальної кількості органічних речовин відповідно. Таким чином, 84 % органічного забруднення вод басейну припадає на ці річки та сам Південний Буг [5, 6].

2.2 Забруднення біогенними речовинами

Біогенні речовини можуть надходити в річку як з точкових, так і з дифузних джерел. Основними джерелами забруднення є неочищені стічні води комунальних підприємств та промислових об'єктів. Широке використання миючих засобів, що містять фосфати, в поєднанні з недостатнім очищенням стічних вод посилює забруднення біогенними

елементами. Ефективність видалення сполук фосфору на більшості очисних споруд в Україні складає 20 %, причому через застаріле обладнання показники очищення часто не відповідають проектним стандартам.

До басейну річки Південний Буг біогенні речовини потрапляють [6]:

- з точкових джерел, до яких відносяться міські агломерації, промисловість, сільське господарство,
- з дифузних джерел, до яких відносяться поверхневий стік, атмосферні опади.

Дифузні джерела за походженням є частково природними та антропогенними, причому сільське господарство є основним джерелом забруднення.

Надходження біогенних елементів у воду є основною причиною евтрофікації водойм, що сприяє збільшенню первинної продукції та накопиченню органічних речовин. Надходження поживних речовин в водний об'єкт стимулює розвиток автотрофних організмів, що призводить до порушення балансу екосистеми та зниження якості води. До основних біогенних елементів відносяться сполуки азоту та фосфору, хоча інколи на розвиток водоростей можуть впливати також ферум, силіцій та молібден. Зі сполуками фосфору вплив цього елемента значно більший, оскільки азот рідше обмежує розвиток автотрофів завдяки здатності деяких бактерій і ціанобактерій фіксувати його.

Тип ґрунтового покриву є одним із ключових чинників, що впливають на масштаби антропогенного навантаження на водні ресурси з дифузних джерел. Порушення структури ґрунту внаслідок оранки спричиняє втрати поживних і органічних речовин, зумовлені ерозійними процесами, такими як водною ерозією, так і дефляцією. Важливу роль у формуванні рівня забруднення вод відіграє також інтенсивність сільськогосподарського використання земель, зокрема масштабне застосування мінеральних і органічних добрив, що здатні надходити до водотоків у складі поверхневого стоку.

Забруднення біогенними речовинами за сполуками фосфору в басейні Південного Бугу визначає [6]:

- КП «Дніпро-Кіровоград», м. Кропивницький (31 %);
- МКП «Хмельницькводоканал», м. Хмельницький (26 %);
- Смолінське ВКГ (16 %);
- КП «Вінницяоблводоканал», м. Вінниця (14 %);
- КП «Уманьводоканал» (4 %)
- КВП «Водоканал», м. Ватутін (3 %).

Загалом ці міста складають 94 % від усіх точкових джерел фосфатного забруднення [6].

Забруднення басейну річки Південний Буг за амонійним азотом визначають [6]:

- МКП «Хмельницькводоканал», м. Хмельницький (34 %);
- КП «Вінницяоблводоканал» (28 %);
- ОКВП «Дніпро-Кіровоград», м. Кропивницький (14%).

Загалом ці підприємства складають 87 % від усіх точкових джерел забруднення за амонійним азотом.

Таким чином, основним джерелом надходження біогенних і органічних забруднень у води басейну річки Південний Буг є стічні води з великих міст, зокрема Хмельницького, Вінниці та Кропивницького, де очисні споруди не забезпечують належного рівня водоочистки відповідно до сучасних нормативів. Подібні проблеми спостерігаються й у багатьох менших населених пунктах, таких як Летичів, Лозове, Тульчин, Іллінці, Жмеринка, Умань, Христинівка, Ватутіне, Первомайськ, Баштанка та Ольшанське. У цих містах та селищах до водних об'єктів скидаються недостатньо очищені або частково очищені стічні води, що посилює навантаження на водні екосистеми та сприяє погіршенню якості води в річці.

Комунальні стічні води також містять велику кількість токсичних мікроелементів, таких як сполуки важких металів. Основну частину цих забруднень складають сполуки заліза, а також алюміній, нікель, хром, цинк

та мідь. Точкові джерела забруднення азотом і фосфатами значною мірою обумовлені діяльністю підприємств харчової промисловості, які часто скидають недостатньо очищені стічні води.

2.3 Забруднення небезпечними речовинами

Забруднювальні речовини, для яких встановлені граничні концентрації відповідно до Директиви 2008/105/ЄС, і які є основою для оцінки хімічного статусу поверхневих вод, поділяються на дві основні групи [7]:

1. Пріоритетні речовини, що входять до списку показників для оцінки хімічного стану водних тіл (нікель, кадмій та інші).
2. Специфічні речовини, які характерні для басейну річки Південний Буг (цинк, мідь та інші).

Пріоритетні та інші шкідливі речовини, що потрапляють до річки Південний Буг, можуть мати як антропогенне, так і природне походження. До них належать метали та їхні сполуки, фармацевтичні препарати та інші хімічні сполуки. Джерелами потрапляння цих забруднювачів у водне середовище є промислові відходи, скиди каналізаційних вод, застосування хімікатів у сільському господарстві, а також випадкові аварійні викиди.

До важких металів належать такі елементи, як хром, кобальт, нікель, мідь, цинк, миш'як, селен, срібло, кадмій, ртуть, талій і свинець.

Важкі метали, зокрема мідь, нікель, хром і цинк, були виявлені у стічних водах водокористувачів таких підприємств [7]:

- Мідь: ОКВП «Дніпро-Кіровоград» м. Кропивницький, МКП «Хмельницькводоканал» м. Хмельницький, КП «Старосинявський центральний водоканал» смт Стара Синява, КП «Уманьводоканал» м. Умань.
- Хром (загальний): ТОВ «БОС» м. Вознесенськ, МКП «Хмельницькводоканал» м. Хмельницький, ОКВП «Дніпро-Кіровоград» м. Кропивницький.

- Нікель: МКП «Хмельницькводоканал» м. Хмельницький, ОКВП «Дніпро-Кіровоград» м. Кропивницький.
- Цинк: КП «Вінницяоблводоканал» м. Вінниця, МКП «Хмельницькводоканал» м. Хмельницький, ОКВП «Дніпро-Кіровоград» м. Кропивницький.

Важкі метали є високо токсичними для живих організмів, мають властивість накопичуватися в донних відкладеннях і поширюватися на значні відстані через ґрунтові води.

2.4 Аварійне забруднення та вплив забруднених територій (полігонів, майданчиків, зон тощо)

У басейні річки Південний Буг зосереджено потужний промисловий комплекс, до складу якого входять підприємства енергетичного сектору: теплові, атомні, гідроакумуючі та гідроелектростанції, а також галузі з видобутку корисних копалин, металургії, хімічної промисловості, текстильної та харчової промисловості (зокрема молокозаводи), тваринництва та комунального господарства. Усі ці сфери діяльності становлять потенційну загрозу аварійного забруднення довкілля, як внаслідок скидання стічних вод, так і через змивання забруднюючих речовин із територій зберігання промислових відходів [6].

Однією з основних екологічних проблем, спричинених антропогенним впливом на річку Південний Буг, є зростання обсягів відходів, що шкодять довкіллю. Щорічно фіксується збільшення кількості несанкціонованих сміттєзвалищ, тоді як питання належного та безпечного управління небезпечними відходами залишається відкритим.

Полігони твердих побутових відходів, несанкціоновані сміттєзвалища та відходи агропромислового комплексу є значними джерелами забруднення поверхневих вод у басейні річки. Найбільші полігони розташовані у Хмельницькому та Вінниці, зокрема в Вінницькій області є об'єкт з

екологічною небезпекою – золошлаковідвал Ладижинської ТЕС. У Миколаївській області небезпеку становлять шламосховища Миколаївського глиноземного заводу.

До головних джерел радіоактивного забруднення в басейні річки належать атомні електростанції, уранові шахти та підприємства, що займаються переробкою руди. Вони виробляють тверді відходи, які містять радіоактивні елементи з тривалим періодом напіврозпаду, що становить значну екологічну небезпеку для регіону [6].

2.5 Гідроморфологічні зміни

Гідроморфологічні зміни, що стосуються змін або порушень природних характеристик морфології річкових русел, берегів та заплав, є однією з ключових водно-екологічних проблем басейну річки Південний Буг. Основними факторами, що спричиняють ці зміни, є надмірна регулювання водотоків, у тому числі для гідроенергетики, урбанізація та сільськогосподарська діяльність. Судноплавство в цьому регіоні не оказує значного впливу на морфологічні характеристики річок і берегів, оскільки практично відсутнє. Серед основних видів гідроморфологічних змін у басейні Південного Бугу можна виокремити [6]:

- порушення природної течії річок та міграції водних організмів;
- порушення зв'язку між руслом річок та їх заплавами;
- гідрологічні зміни;
- морфологічні зміни, включаючи модифікацію русел і берегів.

Більшість штучних водойм у басейні р. Південний Буг є русловими, серед яких 16 водосховищ, 13 з яких експлуатуються для потреб гідроенергетики. Їхні греблі повністю перекривають русло річки, що порушує природний потік води, міграцію риби та інших водних організмів. Висота гребель переважно складає 2,0 – 4,0 м, при цьому деякі водосховища мають греблі висотою понад 10 м (наприклад, Ладижинське та

Олександрівське водосховища). Ладизинське водосховище, створене в 1964 р., є найбільшим у басейні, з площею 20,8 км² та об'ємом 150 млн м³ [6].

Гідравлічний зв'язок між руслом і заплавою є важливим для водних екосистем, забезпечуючи водою місця існування риб і інших організмів. У басейні Південного Бугу немає великих протипаводкових дамб, і лише локальні дамби, які захищають окремі об'єкти, незначно порушують цей зв'язок.

Гідрологічні зміни характеризуються такими явищами, як значні коливання рівнів води нижче гребель ГЕС, підпори води на великих ділянках та значні забори води, що перевищують 50 % природного стоку. Однак більшість малих ГЕС у басейні здійснюють добове регулювання стоку, що спричиняє коливання рівнів води в межах 0,3 – 0,7 м [5, 6].

З середини ХХ століття в басейні Південного Бугу активно осушувалися заболочені землі в заплавах для використання під сіножаті, городні культури та трави. Також здійснювалося спрямлення русел річок, що змінило їх природний вигляд. У Черкаській та Вінницькій областях каналізовано численні малі річки. Загальна довжина спрямованих русел в басейні складає 737 км [5, 6].

Загалом, лише 12 % річок у басейні Південного Бугу не зазнали значних гідроморфологічних змін, а решта потребують відновлення, оскільки їх морфологія змінилася через людську діяльність [5, 6].

2.6 Стан сучасного водокористування в басейні річки

У 2019 р. користувачами водних ресурсів басейну річки Південний Буг було використано 291,6 млн м³ води з підземних та поверхневих джерел, що складає близько 3 % від загального обсягу водозабору в Україні. Основна частина водокористування в межах басейну припадає на поверхневі водні об'єкти 82 % від загального обсягу забору, тоді як із підземних джерел забирається лише 18 %. Головними водними артеріями, які задовольняють

потреби різних секторів економіки басейну, є річки Південний Буг, Інгул, Синюха, Гірський Тікич та Гнилий Тікич [6].

На рис. 2.1 наведено, у процентному відношенні, об'єми водокористування по областях в межах водозбірного басейну річки Південний Буг за даними [6].

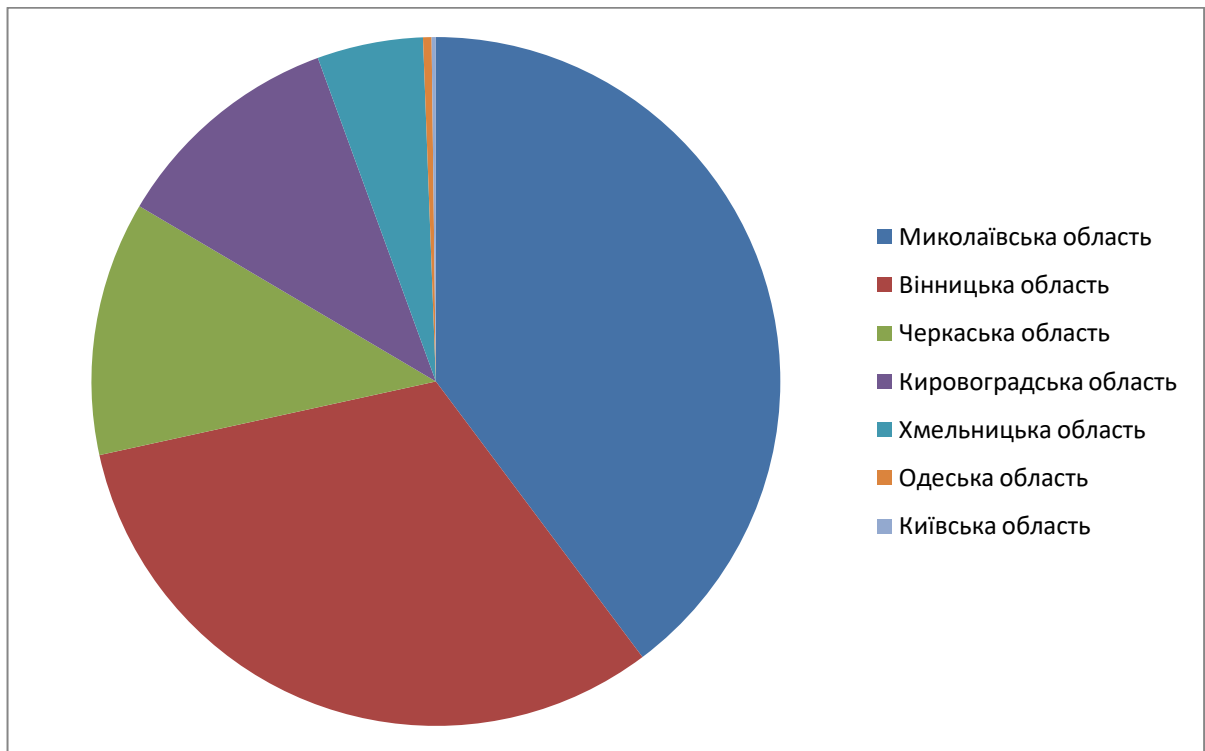


Рисунок 2.1 – Розподіл обсягів використання води р. Південний Буг по областях (%).

На основі поданої секторної діаграми проаналізовано розподіл обсягів використання води з р. Південний Буг серед адміністративних областей України. Представлені дані ілюструють відсоткову частку забору водних ресурсів окремими регіонами в межах басейну річки.

Найвищий рівень водокористування спостерігається у Миколаївській області, яка займає найбільший сектор діаграми. Це свідчить про інтенсивне використання води в регіоні, що може бути пов'язано з високою концентрацією промислових підприємств, аграрного виробництва та об'єктів енергетики.

Другою за обсягами використання є Вінницька область, що також характеризується розвиненим агропромисловим комплексом та значним обсягом сільськогосподарського водокористування.

Черкаська та Кіровоградська області демонструють помірні рівні забору води, що, ймовірно, пов'язано з локальним характером водокористування, обмеженим промисловим навантаженням та меншою площею басейну в межах цих регіонів.

Хмельницька область має нижчий рівень використання води, проте її частка залишається помітною. Одеська та Київська області демонструють мінімальні показники, що може бути зумовлено як географічним розташуванням (басейн річки в межах цих регіонів займає незначну площу), так і обмеженим обсягом водозабору.

Розподіл обсягів використання води з річки Південний Буг є нерівномірним і значною мірою зумовлений рівнем соціально-економічного розвитку, інтенсивністю водоспоживання та структурою господарської діяльності в кожному регіоні. Отримані дані можуть бути корисними для управління водними ресурсами, розробки програм сталого водокористування та запобігання водним конфліктам між регіонами.

Динаміку скиду зворотних вод по областях України за даними [8 – 11] у сучасний період наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Об'єм скидання зворотних вод у річку Південний Буг, млн.м³ [8 – 11]

Область	Рік							
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Вінницька	60,40	62,54	58,33	59,73	52,57	52,91	49,82	48,56
Черкаська	15,14	15,07	14,02	16,99	12,75	13,70	9,00	8,22
Кіровоградська	0,659	0,571	-	0,502	0,514	3,37	3,48	-
Миколаївська	68,92	60,29	64,90	75,14	69,16	72,31	48,08	49,46

На основі статистичних даних за 2016 – 2023 рр. проведено аналіз динаміки скидання зворотних вод у річку Південний Буг в розрізі чотирьох адміністративних областей: Вінницької, Черкаської, Кіровоградської та Миколаївської.

Протягом досліджуваного періоду у Вінницькій області спостерігається загальна тенденція до скорочення обсягів скидання зворотних вод. З 60,40 млн м³ у 2016 р. обсяг поступово зменшився до 48,56 млн м³ у 2023 р., що становить зниження на 19,6 %. Найбільше значення фіксувалося у 2017 р. (62,54 млн м³), після чого почалося поступове зменшення, ймовірно зумовлене впровадженням водоощадних технологій або зменшенням водоспоживання в промисловості та аграрному секторі.

У Черкаській області також простежується чітка тенденція до зниження обсягів скидання зворотних вод. У 2016 р. цей показник становив 15,14 млн м³, тоді як у 2023 р. – лише 8,22 млн м³. Загальне скорочення склало понад 45 %, що свідчить про значне зменшення навантаження на водні ресурси. Найнижчі обсяги спостерігалися у 2022 – 2023 рр., що може бути пов'язано з економічними змінами, скороченням виробничої діяльності або переходом до більш екологічно сталих технологій.

Кіровоградська область характеризується найменшими обсягами скидання зворотних вод серед розглянутих регіонів. У період 2016 – 2020 рр. щорічні обсяги не перевищували 0,7 млн м³. Однак у 2021 та 2022 рр. зафіксовано різке зростання показників до 3,37 і 3,48 млн м³ відповідно. Таке збільшення може свідчити про запуск нових промислових об'єктів або зміну в методології обліку скидів. У 2018 та 2023 рр. дані відсутні, що ускладнює повноцінний аналіз динаміки.

Миколаївська область стабільно утримує найвищі показники скидання зворотних вод протягом усього періоду. У 2016 р. обсяг становив 68,92 млн м³, досягнувши максимуму у 2019 р. (75,14 млн м³). У 2022 р. спостерігається суттєве зниження до 48,08 млн м³, і незначне зростання в 2023 р. (49,46 млн м³). Такі коливання можуть бути зумовлені як впливом воєнних дій та

економічного спаду, так і змінами у водокористуванні промисловими підприємствами регіону.

Аналіз динаміки скидання зворотних вод у річку Південний Буг засвідчує загальну тенденцію до зменшення обсягів водовідведення в більшості досліджених областей, що свідчить про певні позитивні зрушення у сфері водоохоронної діяльності та ресурсозбереження. Найбільше навантаження на водні ресурси зберігається в межах Миколаївської та Вінницької областей, тоді як Черкаська та Кіровоградська області демонструють відносно нижчі рівні скидів. Водночас спостережувані коливання в окремих роках вимагають додаткового аналізу впливу соціально-економічних, виробничих і політичних чинників на водогосподарську діяльність у регіоні.

Основними водокористувачами в межах річкового басейну є житлово-комунальне господарство, промисловість, сільське господарство та транспорт (табл. 2.2) [4].

На рис. 2.2 представлено структуру водокористування за видами діяльності в межах басейну річки Південний Буг. Діаграма наочно демонструє, які сектори господарської діяльності здійснюють найбільший водозабір із водних об'єктів регіону [6].

Найбільшу частку водокористування припадає на промисловість. Такий показник є очікуваним з огляду на значну концентрацію промислових підприємств у нижній течії річки, зокрема в межах Миколаївської області. Промисловість традиційно є одним із найінтенсивніших водокористувачів, особливо в енергетичному, хімічному та харчовому секторах.

Другою за обсягом є категорія сільське господарство. Водозабір у цій сфері пов'язаний переважно з потребами зрошення, напуванням тварин та іншими аграрними процесами. З огляду на аграрну спеціалізацію більшості областей басейну (зокрема Вінницької та Черкаської), така частка є цілком виправданою.

Таблиця 2.2 – Перелік водокористувачів в межах басейну р. Південний Буг

Ділянка басейну р. Південний Буг	Відстань від гирла, км	Площа ділянки, км ²	Довжина ділянки по руслу, км	Основні водокористувачі на ділянці
1	2	3	4	5
Від витoku до с. Пирогівці	730	827	76	підприємства сільського господарства, харчової промисловості та комунальне підприємство «Хмельницькводоканал»
Від с. Пирогівці до с. Лелетка	654	3173	76	підприємства сільського господарства (рибоставкові господарства Старосинявський, Меджибізькій рибгоспи), підприємства харчової промисловості (Жаданівський цукрозавод, Маниковецький спиртзавод, Летичівський маслозавод), підприємства житлово-комунальної галузі (житлово-комунальні підприємства смт Летичів, Стара Синява)
Від с. Лелетка до с. Сабарів	571	5010	83	підприємства житлово-комунального господарства («Вінницяводоканал», решта комунальних підприємств м. Вінниця, комунальні підприємства міст Хмільник, Калинівка), підприємства сільського господарства (районні рибоставкові господарства об'єднання «Вінницярибгосп»), підприємства харчової промисловості та теплоенергетики (Корделівський, Турбівський цукрові заводи, Вінницька кондитерська фабрика, Вінницький масложиркомбінат, Вінницька теплоелектростанція).
Від с. Сабарів до с. Тростяничок	370	17400	201	промислові підприємства (Ладизинська ТЕС, Барський, Мартиновський, Немировський та Гайсинський спиртзаводи, Гайсинський маслозавод, Іллінецький цукрозавод), підприємства сільського господарства (рибоставкові господарства).

1	2	3	4	5
Від с. Тростянчик до с. Підгір'я.	219	7200	151	промислові підприємства (Побузький феронікелевий комбінат, Бершадський спиртзавод, Удичський цукровий завод), підприємства сільського господарства (Бершадський рибецх об'єднання «Вінницярибпром»), підприємства житлово-комунального господарства.
Від с. Підгір'я до м. Первомайськ	194	19400	25	підприємства сільського господарства (рибоставкові господарства «Гірський Тікич», Жашківська рибоводна станція, господарства Лисянського, Жашківського районів), підприємства житлово-комунального господарства (комунальні підприємства міст Первомайськ, Звенигородка, смт Смоліно), підприємства промисловості («Новомиргородський цукор», «Гілея», Заплазкий, Тальнівський цукрозаводи).
Від м. Первомайськ до с. Олександрівка.	132	2200	62	підприємства промислової галузі (Південно-Українська АЕС, Олександрівська ГЕС), житлово-комунальні підприємства (житлово-комунальне підприємство м. Южноукраїнськ), підприємства сільського господарства (рибоставкові господарства).
Нижче с. Олександрівка.	0	17500	132	підприємства сільського господарства (Миколаївське, Південно-Бузьке управління зрошувальних систем, рибоставкові господарства «Берегиня», «Голуба нива»), підприємства житлово-комунального господарства (житлово-комунальні підприємства міст Кіровоград, Вознесенськ, Баштанка, Бобринець, «Новобузький водопровід»).

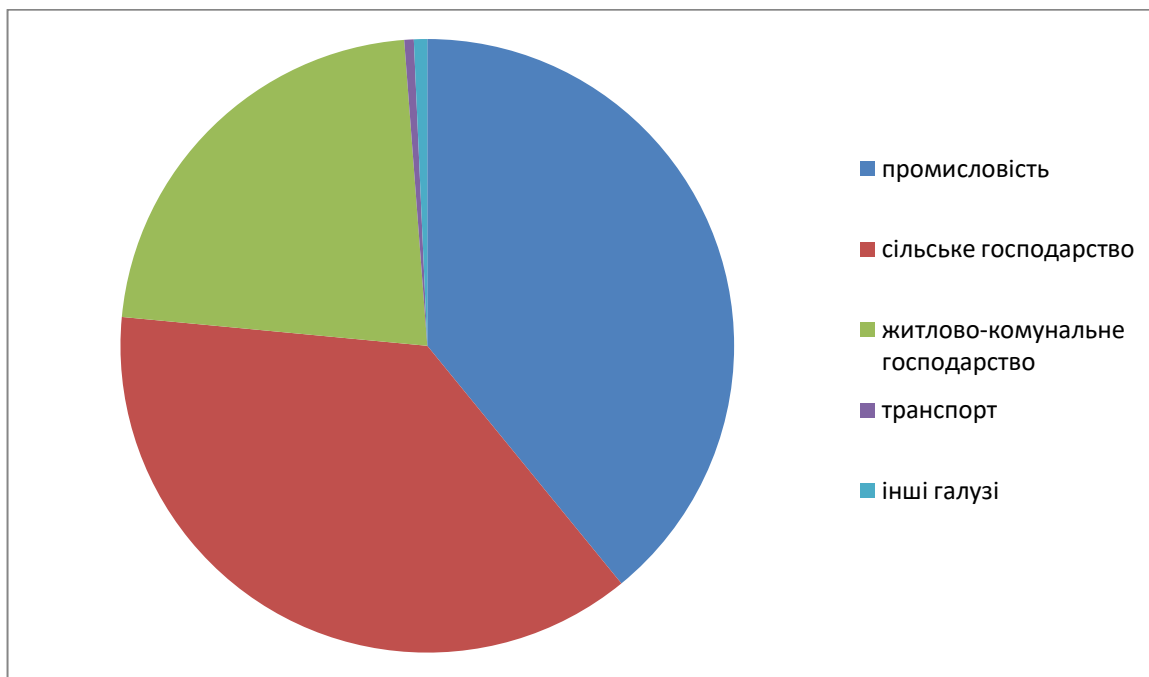


Рисунок 2.2 – Розподіл забору води між водокористувачами в межах басейну річки Південний Буг.

Значну частину води також споживає житлово-комунальне господарство, яке забезпечує населення питною водою та потреби побутового характеру. Його частка суттєва, проте менша за промисловість і сільське господарство, що відповідає характеру демографічного навантаження в межах басейну.

Мінімальні обсяги водозабору припадають на транспорт та інші галузі. Це свідчить про обмежене використання води цими секторами, що є типовим для більшості річкових басейнів України, де транспортна функція річок не є провідною, а інші галузі мають локальний характер.

Аналіз структури водозабору в басейні річки Південний Буг свідчить про домінування промисловості та сільського господарства серед водокористувачів. Значна частка житлово-комунального сектора підкреслює важливість забезпечення населення водними ресурсами. Натомість транспортна сфера та інші галузі мають маргінальне значення в загальній структурі водоспоживання.

Такий розподіл водокористування є важливим для формування політики управління водними ресурсами, зокрема у питаннях водозбереження, регулювання скидів та екологічного моніторингу.

Обсяг використання води у басейні річки Південний Буг становить 286,3 млн. м³, що становить 4,7 % від загального використання води в Україні [5, 6].

Водокористувачі басейну річки Південний Буг скидають у поверхневі водні об'єкти 195,9 млн м³ зворотних (стічних) вод, що становить 4,7 % від загального обсягу скиду стічних вод по Україні. За структурою водовідведення у межах басейну Південного Бугу розподіл обсягів стічних вод виглядає так: 45 % припадає на житлово-комунальне господарство, 32 % - на промислові підприємства, і 23 % - на сільське господарство. При цьому 53 % обсягу стічних вод скидається без попередньої очистки, 31 % проходить нормативну очистку на спеціалізованих спорудах, а близько 11 % становлять забруднені стічні води. Практично всі (99 %) забруднені стічні води надходять від водокористувачів житлово-комунального сектору [6].

2.6.1 Комунальне водокористування

Комунальне водокористування в басейні річки Південний Буг охоплює забезпечення населення питною водою та задоволення господарсько-побутових потреб. Основними користувачами комунальних водних ресурсів у цьому регіоні є великі міста, серед яких Вінниця, Хмельницький, Кропивницький, Первомайськ, Южноукраїнськ і Вознесенськ. У 2019 р. житлово-комунальний сектор використав 22,3 % від загального обсягу води басейну, що становить 64,97 млн м³ з 291,6 млн м³ загального водозабору [6].

В межа басейну річки 75 % водних потреб населення задовольняється за рахунок поверхневих водних об'єктів, до яких відносяться саме річка Південний Буг та її притоки річки Інгул та Синюха. Решта потреба (25 %) в прісній воді задовольняється за рахунок підземних джерел [4, 6].

Серед водокористувачів в межах річкового басейну найбільшими є наступні:

- КП «Вінницяоблводоканал» (м. Вінниця),
- КП «Хмельникводоканал» (м. Хмельницький),
- ОКВП «Дніпро-Кіровоград» (м. Кропивницький),
- КП «Тепловодоканалізаційне господарство» (м. Южноукраїнськ),
- КП «Первомайськводоканал» (м. Первомайськ),
- КП «Водопостачання» (м. Вознесенськ),
- КП «Водопровідні мережі» (м. Новий Буг).

Житлово-комунальний сектор відповідає за 44 % загального обсягу скидів стічних вод, що надходять до поверхневих водойм басейну. У 2019 р. загальний обсяг скинутих стічних вод склав 85,4 млн м³, з яких приблизно 25 % (21,33 млн м³) були забрудненими. Існуючі очисні споруди та застосовувані в основному біологічні методи очищення не забезпечують повного відповідності стічних вод нормативним вимогам якості [6].

Основним забруднювачем є житлово-комунальне господарство, яке скидає 99 % забруднених стічних вод. Найбільшим забруднювачем басейну є МКП «Миколаївводоканал», на долю якого припадає 89 % скиду забруднених стічних вод по всьому басейну Південного Бугу. Стічні води комунальних підприємств становлять основне джерело забруднення поверхневих водних об'єктів (84 %) [4].

Комунальне підприємство «Хмельницькводоканал» для водопостачання населення м. Хмельницький крім води річки Південний Буг використовує також підземну воду басейну Дніпра (р. Случ), об'ємом понад 10 млн. м³ і скидає її після використання у р. Південний Буг, що призводить до зменшення кратності розбавлення обсягів стічних вод на даній ділянці басейну річки. Крім того, обсяги скидів після використання води із басейну Дніпра перевищують загальні забори поверхневої води з Південного Бугу [6].

Головними водокористувачами на ділянці басейну річки Південний Буг у межах Вінницької області є підприємства житлово-комунального

господарства, зокрема «Вінницяводоканал», а також комунальні підприємства міста Вінниця та міст Хмільник і Калинівка. Разом ці організації споживають понад 80 % від загального обсягу води, використаної на цій ділянці басейну [8].

У середній та нижній частинах басейну річки Південний Буг, що охоплюють території Кіровоградської та Миколаївської областей, провідними підприємствами житлово-комунального господарства є комунальні підприємства міст Первомайськ, Звенигородка та смт Смоліно, а також житлово-комунальні структури міст Южноукраїнськ, Кропивницький, Вознесенськ, Баштанка, Бобринець і водопровідне підприємство «Новобузький водопровід». Дані суб'єкти відіграють значну роль у забезпеченні населення регіону якісними водними ресурсами та є важливими ланками інфраструктури водопостачання та водовідведення.

Втрати води при транспортуванні в басейні складають 25,38 млн м³, що становить 39 % від загального обсягу води, яку забирають підприємства житлово-комунального господарства. Це показник вищий за середнє значення втрат води при транспортуванні в Україні, яке становить 31 % (згідно з даними звіту Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг) [6].

В табл. 2.3 наведено обсяги стоків, які утворюються на комунальних підприємствах, які є найбільш потужними за даними [8 – 11].

Як бачимо з наведеної таблиці, за 2020 – 2022 рр. обсяги відведеної води від міських очисних споруд залишаються постійними, майже без змін.

Таблиця 2.3 – Скидання зворотних вод та забруднюючих речовин основними водокористувачами-забруднювачами р. Південний Буг

Найменування водокористувача-забруднювача	Потужність очисних споруд (м³/рік)	2020 рік			2021 р.			2022 р.		
		об'єм скидання зворотних вод, тис. м³	у тому числі об'єм скидання забруднених та недостатньо очищених зворотних вод, тис. м³	Кількість забруднюючих речовин, що скидаються разом із зворотними водами, т	об'єм скидання зворотних вод, тис. м³	у тому числі об'єм скидання забруднених та недостатньо очищених зворотних вод, тис. м³	Кількість забруднюючих речовин, що скидаються разом із зворотними водами, т	об'єм скидання зворотних вод, тис. м³	у тому числі об'єм скидання забруднених та недостатньо очищених зворотних вод, тис. м³	Кількість забруднюючих речовин, що скидаються разом із зворотними водами, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Хмельницька область										
КП «Лозове комунсервіс», смт. Лозове	73000	22,9	22,9	18	16,8	3,7	12,6	17,2	9,7	12,5
КГП «Злагода», смт Летичів	91200	39,9	11,6	32	36,9	36,9	32,5	29,9	29,9	25,3
ТОВ «Подол-Експо»	1270000	19,0	19,0	5	17,6	17,6	7,8	14,5	14,5	4,3
КП «Старосинявський центральний вокзал №1», смт Стара Синява	100000	-	-	-	17,4	17,4	1,9	17,8	17,8	1,9
КП «Хмельницький обласний заклад з надання психіатричної допомоги» с. Скаржинці	128000	75,5	18,7	64	65,6	-	50,4	64,2	-	45,8
КП «Хмельницький обласний госпіталь ветеранів війни», с. Ружичанка	73000	19,2	3,2	23	7,8	-	7,9	4,8	-	2,6

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТОВ «Головчинецький гранітний кар'єр», с. Головчинці	-	-	-	-	-	-	-	10,2	10,2	5,5
Вінницька область										
КП «Іллінціводоканал», м. Іллінці	106580				113,0	113,0	-	116,0	116,0	-
КП «Хмільникводоканал»	1332250				843,0	2,0	-	-	-	-
КП «Ямпільводоканал»	213160				78,0	67,0				
КП «Калинівкаводоканал»	1199025				418,0	3,0				
КВП «Вапнярководоканал»	280320				56,0	56,0	-	26,0	9,0	
КП «Тулчинводоканал»	466470				454,0	42,0				
КП «Жмеринкаводоканал»	2131600				440,0	330,0	-	394,0	394,0	
КП «Піщанкаводоканал»	20075				17,0	1,0	-	16,0	1,0	-
Кіровоградська область										
КП «Мала Виска водоканал»	18250	50	50	151,6	46,0	46,0	35,2	46,0	46,0	43,3
КП «Нілот»	106580	28,8	28,8	35,2	26,0	26,0	25,7	23,0	23,0	24,4
БМКП «Міськводоканл»	52815	44,9	44,9	89,6	45,0	45,0	92,5	49,0	49,0	82,9
Новоукраїнське ЖКП	401500	51,8	51,8	171,6	47,0	47,0	130,2	54,0	54,0	85,3
ОКВП «Дніпро-Кіровоград» Смолінське ВКГ	1335900	281,5	281,5	198,1	315,3	241,0	121,0	232,0	232,0	116,3
КНП «Голованівська ЦРЛ»	18250	7,8	7,8	7,6	9,2	9,2	9,4	16,0	16,0	16,5
КП «Обрій»	53290	7,0	7,0	12,2	7,0	7,0	9,4	9,0	9,0	15,3
КНП «ОКПЛ КОР»	-	25,3	25,3	37,9	14,0	14,0	21,2	29,0	29,0	41,8
Голованівський ККП	-	8,6	8,6	10,926	9,2	9,2	10,0	7,0	7,0	8,2

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Миколаївсько область										
КП «Ольшанське»	-	111,0	111,0	335,97	108,0	108,0	442,151	88,0	88,0	375,175
КП «Прибузьке»	73000	40,0	40,0	45,032	37,0	37,0	30,876	23,0	23,0	-
ПрАТ «Микитівський гранітний кар'єр»	-	-	-	-	857,0	857,0	233,324	257,0	257,0	226,993
КП «Первомайський водоканал»	10950	1908,0	-	-	1952,0	-	-	1962,0	1230,0	589,510

В табл. 2.4 наведено якісна характеристика стічних вод, які надходять в річку Південний Буг від комунальних господарств Вінницької області за даними [8].

Таблиця 2.4 – Якість стічних вод, які скидаються системами централізованого водовідведення (в межах Вінницької області)

Показник	КП «Вінниця–облводоканал»	ДП «Хмільник–водоканал»
Азот амонійний, т	35,2	1,4
БСК ₅ , т	44,9	4,6
Завислі речовини, т	0	0
Залізо, т	271,9	32,3
Мідь, кг	0	0
Нафтопродукти, кг	0	0
Нікель, кг	0	0
Нітрати, т	252,2	20
Нітрити, т	45,9	0,2
СПАР, кг	0	0
Сульфати, т	716,5	29
Фосфати, кг	15381,6	2897,8
Фтор, кг	0	0
Хлориди, т	2075,3	153,7
Хром загальний, кг	0	0
ХСК, т	0	0
Цинк, кг	11,9	0
Мінералізація води, т	7267,1	
Сухий залишок, т		323,3

2.6.2 Промислове водокористування

Промислові водокористувачі в басейні річки Південний Буг забирають 39,1 % від загального обсягу води, що становить 114,0 млн м³. Забезпечення водою промислових потреб у межах басейну відбувається переважно за рахунок поверхневих водних джерел – 86 % (98,6 млн м³), тоді як із підземних джерел використовується 14 % (15,4 млн м³). Основними галузями промисловості, які функціонують у цьому регіоні, є енергетика,

машинобудування, металообробка, харчова промисловість та кольорова металургія.

Найбільшим водокористувачем серед промислових споживачів є сектор енергетики, який складає 79 % від загального забору води. До основних водокористувачів цього сектору належать Південно-Українська АЕС (м. Южноукраїнськ) та Ладижинська ТЕС (м. Ладижин) [6].

До 2002 р. Ладижинська ТЕС здійснювала забір поверхневої води в обсязі 1424 млн м³, яка використовувалась для охолодження конденсаторів турбін станції. У 2002 р., за рішенням районного суду міста Львова, система охолодження станції була визнана оборотною, внаслідок чого обсяг води, що використовувався для охолодження конденсаторів, більше не відображається у звітах про водокористування за формою 2-ТП (водгосп) як забір із Ладижинського водосховища. На даний час це водосховище вважається частиною оборотної системи станції. У 2005 р. обсяг забору поверхневої води, що відображався у звіті, зменшився до 37,5 млн м³ [4].

Основними водокористувачами у секторі машинобудування та металообробки є державне підприємство «Науково-виробничий комплекс газотурбування „Зоря-Машпроект“» (м. Миколаїв). У харчовій промисловості значну частку водозабору забезпечують підприємства, що спеціалізуються на виробництві фруктових соків, зокрема ТОВ «САНДОРА» (Миколаївська область, с. Миколаївське), а також цукрової продукції – ТОВ «ПК Зоря Поділля» (м. Гайсин), ТОВ «Новомиргородський цукор» (м. Кропивницький) та олії – ПрАТ «Вінницький олійно-жировий комбінат» (м. Вінниця). У галузі кольорової металургії основними водокористувачами виступають ТОВ «Побужський феронікелевий комбінат» (м. Голованівськ) та ТОВ «Миколаївський глиноземний завод» (Миколаївська область, с. Галицинове).

Промислові водокористувачі забезпечують скидання приблизно 32 % від загального обсягу зворотних стічних вод у поверхневі водні об'єкти. За даними за 2019 р., загальний обсяг скинутих стічних вод становив 63,49 млн

м³, з яких лише 0,1 % (0,063 млн м³) були забрудненими. Недостатньо очищені стічні води скидали окремі підприємства, зокрема ПАТ «Уманьферммаш» (м. Умань) – 0,094 млн м³ та ТОВ «Елеватор Буд Івест» (Хмельницька область, с. Адампіль) – 0,092 млн м³ [4, 6].

2.6.3 Водокористування у сільському господарстві

Водокористування у сільському господарстві спрямоване на забезпечення водними ресурсами підприємств, що здійснюють сільськогосподарську діяльність. У межах басейну річки Південний Буг більша частина водних потреб аграрного сектору, а саме 85 % (92,6 млн м³), задовольняється за рахунок поверхневих водних об'єктів, тоді як 15 % (16,4 млн м³) припадає на підземні джерела. Значна частина водозабору у цій галузі припадає на рибне господарство, яке становить близько 59 % (63,9 млн м³) від загального обсягу використаної води в сільському господарстві.

Серед провідних сільськогосподарських підприємств басейну слід виділити рибоставкові господарства Старосинявського та Меджибізького рибгоспів, районні підприємства об'єднання «Вінницярибгосп», «Гірський Тікич», Жашківську рибоводну станцію, а також господарства Лисянського та Жашківського районів. Значну роль у водокористуванні відіграють також управління зрошувальних систем, зокрема Миколаївське та Південно-Бузьке, а також рибоставкові господарства «Берегиня» і «Голуба нива».

За даними 2019 р., підприємства сільського господарства здійснили скидання до поверхневих водних об'єктів 46,1 млн м³ стічних вод, що становить 23,5 % від загального обсягу водовідведення в басейні. При цьому більшість зворотних вод (92,7 %) відповідали нормативним вимогам і не потребували додаткової очистки. Водночас джерелом забруднених стічних вод є підприємство ТОВ «Жашківська кінно-спортивна школа» (Черкаська область, с. Соколівка), яке у 2019 році скинуло 0,009 млн м³ забруднених вод до басейну річки Південний Буг [6].

2.6.4 Водокористування на транспорті

Водокористування в транспортному секторі здійснюється переважно за рахунок підземних водних ресурсів (82 %) та в меншій мірі — поверхневих вод (18 %), з урахуванням потреб різних видів транспорту, включаючи наземний та водний. В межах басейну річки Південний Буг судноплавною є ділянка річки протяжністю 199 км [6].

Водокористування у транспортному секторі басейну річки Південний Буг спрямоване на забезпечення водою пасажирського транспорту, а також міського та приміського наземного сполучення. Загальний обсяг водозабору цим сектором становив 1,096 млн м³, що становить 0,4 % від загального водоспоживання в басейні. При цьому до поверхневих водних об'єктів було скинуто 0,321 млн м³ зворотних стічних вод [6].

2.6.5 Інші види водокористування

Інші види водокористування забирають воду в обсязі, що складає 0,7 % від загального обсягу водозабору в басейні Південного Бугу. Серед цих галузей можна виділити охорону здоров'я, матеріально-технічне забезпечення, будівництво, торгівлю, громадське харчування та народну освіту, які здебільшого використовують водні ресурси з підземних джерел. Низькі обсяги забору води та водовідведення з цих секторів свідчать про відсутність значного впливу цих галузей на стан водних ресурсів [6].

3 ЯКІСТЬ ВОДИ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

3.1 Гідрохімічна характеристика річки Південний Буг

Гідрохімічний режим Південного Бугу формується під впливом природних чинників (геологічної будови, кліматичних умов, гідрологічного режиму, ґрунтового покриву, рослинності) та антропогенних факторів (сільське господарство, промисловість, комунальні стоки тощо). Річка Південний Буг належить до басейну Чорного моря та є однією з найбільших річок України. Її довжина складає близько 806 км, вона протікає через Вінницьку, Хмельницьку, Кіровоградську, Миколаївську області та впадає в Бузький лиман Чорного моря.

За типом мінералізації Південний Буг належить до річок гідрокарбонатного типу з переважанням гідрокарбонатно-кальцієво-магнієвих вод. Середня мінералізація вод коливається від 300 до 800 мг/дм³, але в нижній течії та в посушливі роки може перевищувати 1000 мг/дм³, що зумовлено меншим притоком прісної води, випаровуванням та скидами стічних вод [12].

Іонний склад річки представлений основними іонами: катіони Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^{+}+\text{K}^{+}$ та аніонами HCO_3^{-} , SO_4^{2-} та Cl^{-} . У нижній течії під впливом стічних вод підвищується концентрація натрію, хлоридів та сульфатів [12, 13].

Хімічний склад води річки Південний Буг залежить від сезону року.

Навесні, в той час коли спостерігається повінь, вода в річці розбавляється талою водою, що призводить до зниження мінералізації та концентрації хімічних елементів. Вода має низьку електропровідність та високу прозорість.

Влітку, за рахунок підвищених температур, відбувається інтенсивне випаровування води з річки, особливо в нижній течії. Така ситуація

призводить до зростання мінералізації, підвищення температури води. В цей період може спостерігатися евтрофікація води, особливо в маловодні роки та в заплавах.

В осені відбувається поживавлення гідрохімічних процесів через опади та стік дощових вод. В цей період часто зростає вміст біогенних елементів (нітратів, фосфатів) через змиви з сільськогосподарських полів.

В зимовий період для річки характерна мала водність, що призводить до підвищення концентрації іонів через менший ефект розбавлення. Також у зимовий період можливі застійні явища у водосховищах, зниження рівня кисню.

Як вже говорилося в попередніх розділах, значна частина річки протікає через промислово розвинені та аграрні регіони. Основними джерелами забруднення річки Південний Буг є:

- комунально-побутові стоки (особливо у містах: Хмельницький, Вінниця, Первомайськ, Миколаїв);
- сільське господарство, яке є джерелом надходження нітратів, фосфатів, пестицидів;
- промисловість, в тому числі хімічні підприємства (Миколаївська область), вносять у воду важкі метали та органічні сполуки.

До основних забруднюючих показників в річки Південний Буг відносяться [12, 13]:

- біогенні елементи (нітрати, фосфати), вміст яких перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) у багатьох ділянках, особливо в періоди активного сільськогосподарського використання,
- БСК₅, який часто перевищує норму, що свідчить про органічне забруднення,
- важкі метали: у деяких ділянках виявляють підвищені концентрації цинку, свинцю, міді, марганцю;
- феноли, нафтопродукти – наявні переважно у воді нижньої течії.

У період 2016 – 2020 рр. на питних водозаборах басейну річки Південний Буг у межах Кіровоградської області спостерігається тенденція до зростання показника біохімічного споживання кисню (БСК_5), що свідчить про посилення забруднення вод річок Інгул, Сухоклій та Чорний Ташлик органічними речовинами. Значну частку органічного забруднення, визначеного за повним показником БСК, формують три найбільші міста регіону: Вінниця, Хмельницький та Кропивницький, які разом відповідають за 74 % загального обсягу органічних речовин, виявлених у результатах моніторингу серед точкових джерел забруднення.

Крім того, додатковим джерелом надходження органічних сполук до поверхневих вод басейну Південного Бугу є торфовища та болота. Внесок промислових підприємств у забруднення органічними речовинами є майже в дев'ять разів меншим порівняно з комунальним сектором. Серед основних джерел промислового забруднення слід виділити Ладижинську теплову електростанцію (ТЕС), Інгульську та Смолінську шахти, а також ВАТ «БОС» у місті Вознесенськ [14].

За даними моніторингу Держводагентства України, екологічний стан вод Південного Бугу оцінюється як «задовільний» або «помірно забруднений» [15]. Водночас у деяких ділянках фіксується екологічна небезпека через високі концентрації забруднювальних речовин (наприклад, у межах міст або нижче за течією від промислових об'єктів).

У верхній частині річки Південний Буг (Хмельницька область) вода відносно чиста, мінералізація низька [13].

Середня течія річки в межах Вінницької області знаходиться під значним впливом міських стоків, тому в цьому районі спостерігається поступове зростання мінералізації [16].

Нижня течія в межах Миколаївської області має найвищий рівень забруднення, зокрема через промислові об'єкти, водосховища, зниження течії [13].

Дані щодо забруднення води р. Південний Буг у контрольних створах водних об'єктів у 2022 р. за даними екологічних паспортів наведено в табл. 3.1, а за 2023 р. – у табл. 3.2 [17 – 20].

Як бачимо з табл. 3.1, у 2022 р. в межах Вінницької області перевищення допустимих концентрацій по показникам, які вимірювалися не зафіксовано, всі значення були в межах допустимих значень.

В межах Миколаївської області у 2022 р. вода р. Південний Буг була в нормі за органічними забруднювальними речовинами, але є перевищення по важким металам:

- у контрольній точці м. Первомайськ по марганцю (у 5 разів), залізу та нітратам;
- у контрольній точці смт. Побузьке по марганцю (майже у 10 разів) та залізу;
- у контрольній точці с. Олексіївка по марганцю;
- у контрольній точці м. Вознесенськ по марганцю.

Як бачимо з табл. 3.2, у 2023 р. в межах Вінницької області у більшості пунктів спостереження спостерігається перевищення показника БСК_{повн}, що свідчить про наявність органічного забруднення води р. Південний Буг. Крім того фіксується перевищення концентрації заліза у всіх пунктах спостереження, окрім м. Ладжижина, де цей показник близький до норми. Усі інші показники знаходяться в межах норми.

В межах Миколаївської області у 2023 р. всі показники по всіх точках спостережень були в межах норми.

Таблиця 3.1 – Середньорічні концентрації забруднюючих речовин у контрольних створах р. Південний Буг у 2022 р.
(мг/дм³)

Контрольна точка	Завислі речовини	БСК _{повне}	Сухий залишок	сульфати	хлориди	Амоній сольовий	нітрати	нафтопродукти	ХСК	Розчинений кисень	фосфати	марганець	залізо	нітри	мідь
ОБВР	-	6,0	1000,0	500	350	2,0	45,0	0,3	30,0	≥4,0	3,5	1,0	0,1	3,3	0,3
Вінницька область															
м.Хмільник, питний водозабір	13,56	6,03	464,5	37,50	34,77	0,67	2,6	-	38,3	7,3	0,6	-	-	-	0,10
с.Грущинці, питний водозабірм. Калинівка	14,22	5,85	448,5	37,50	34,93	0,56	2,8	-	36,4	8,1	0,5	-	-	-	0,11
м.Вінниця, питний водозабір (вище міста)	13,67	6,48	460,0	40,78	35,43	0,63	3,7	-	37,1	7,9	0,4	-	-	-	0,09
с.Маньківка, питний водозабір м.Ладижин	8,89	4,46	439,6	38,24	40,92	0,39	2,0	-	26,2	10,3	0,5	-	-	-	0,04
Миколаївська область															
м.Первомайськ, питний водозабір	11,0	2,59	624,83	74,08	63,34	0,07	4,84	0,01	23,09	10,99	0,46	0,051	0,128	0,04	0,003
сmt.Побузьке, питний водозабір	4,40	3,73	407,50	39,25	51,32	0,08	3,51	0,01	22,30	13,05	0,25	0,099	0,111	0,02	0,002
с.Олексіївка, питний водозабір	6,60	2,72	566,17	79,96	61,09	0,10	3,57	0,01	21,69	12,41	0,37	0,061	0,094	0,02	0,002
м.Вознесенск, питний водозабір	10,07	2,04	635,17	127,2	74,21	0,12	3,54	0,01	23,89	10,72	0,50	0,053	0,086	0,03	0,001

Таблиця 3.2 – Середньорічні концентрації забруднюючих речовин у контрольних створах р. Південний Буг у 2023 р.
(мг/дм³)

Контрольна точка	Завислі речовини	БСК _{повне}	Сухий залишок	сульфати	хлориди	Амоній сольовий	нітрати	нафтопродукти	ХСК	Розчинений кисень	фосфати	марганець	залізо	нітри	мідь
ОБВР	-	6,0	1000,0	500	350	2,0	45,0	0,3	30,0	≥4,0	3,5	1,0	0,1	3,3	0,3
Вінницька область															
м.Хмільник, питний водозабір	8,92	7,67	490,42	33,25	40,75	0,53	1,52	0,117	35,68	7,31	0,49	-	0,19	0,106	-
с.Грущинці, питний водозабірм. Калинівка	9,25	6,62	479,58	34,11	41,45	0,72	1,33	0,108	30,73	6,46	0,58	-	0,24	0,115	-
м.Вінниця, питний водозабір (вище міста)	9,33	7,41	492,75	36,10	39,97	0,53	1,29	0,120	35,93	7,02	0,58	-	0,22	0,108	-
с.Маньківка, питний водозабір м.Ладижин	6,58	6,53	473,92	34,87	43,67	0,50	1,56	0,104	30,76	7,26	0,45	-	0,16	0,097	-
Миколаївська область															
м.Первомайськ, питний водозабір	8,07	2,22	615,92	77,97	58,67	0,07	2,68	0,01	25,34	9,38	0,44	0,035	0,095	0,05	-
сmt.Побузьке, питний водозабір	9,53	4,77	409,00	33,87	50,26	0,09	0,98	0,01	23,50	10,52	0,22	0,045	0,112	0,02	-
с.Олексіївка, питний водозабір	6,90	3,00	540,83	75,20	58,14	0,06	1,85	0,01	19,61	10,03	0,41	0,042	0,071	0,04	-
м.Вознесенск, питний водозабір	6,03	2,48	657,33	137,44	77,46	0,06	1,60	0,01	22,57	8,96	0,45	0,031	0,051	0,04	-

3.2 Оцінка якості води Південного Бугу за показником індексу забруднення води

У гідроекологічних дослідженнях поверхневих вод найбільш поширеними є методи, що ґрунтуються на зіставленні фактичних результатів гідрохімічного аналізу з нормативними значеннями відповідних показників [21]. Такий підхід дозволяє отримати загальну характеристику рівня та специфіки забруднення водного об'єкта різними хімічними речовинами. Оцінка якості води за цими критеріями дає змогу визначити її придатність для різних видів водокористування.

Серед найуживаніших методів контролю якості води слід виокремити розрахунок гідрохімічного індексу забруднення води (ІЗВ). Цей індекс є одним із найпростіших та водночас ефективних засобів комплексної оцінки, що дає змогу оперативно визначати якість поверхневих вод. ІЗВ виступає інтегральним показником, який узагальнює рівень забруднення за обраними гідрохімічними параметрами.

Методика базується на розрахунку індексу на основі концентрацій основних забруднюючих речовин. Залежно від отриманого значення ІЗВ вода класифікується за певним класом якості. Прийнято виділяти сім таких класів:

- I клас – дуже чиста вода ($\text{ІЗВ} < 0,3$);
- II клас – чиста ($0,3 < \text{ІЗВ} < 1$);
- III клас – помірно забруднена ($1 < \text{ІЗВ} < 2,5$);
- IV клас – забруднена ($2,5 < \text{ІЗВ} < 4$);
- V клас – брудна ($4 < \text{ІЗВ} < 6$);
- VI клас – дуже брудна ($6 < \text{ІЗВ} < 10$);
- VII клас – надзвичайно брудна ($\text{ІЗВ} > 10$).

До I класу належать води, що зазнають мінімального антропогенного впливу; їхні гідрохімічні та гідробіологічні характеристики наближені до природних для конкретного регіону. II клас відображає незначні відхилення

від природного стану, які не порушують екологічної рівноваги. III клас охоплює води, що знаходяться під суттєвим антропогенним навантаженням, яке наближається до межі екологічної стійкості екосистеми. Води IV – VII класів мають істотно порушені екологічні характеристики, і їхній стан розцінюється як екологічний регрес [21].

Розрахунок ІЗВ здійснюється на основі обмеженої кількості показників, зазвичай 6 – 7 (не менше п'яти). До типових інгредієнтів належать:

- амонійний азот,
- нітритний азот,
- нафтопродукти,
- феноли,
- розчинений кисень,
- біохімічне споживання кисню (БСК₅).

Формула для розрахунку ІЗВ має вигляд [21]:

$$IZB = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (3.1)$$

де:

C_i – концентрація i -го забруднювача (мг/дм³);

n – кількість використаних показників (зазвичай 6 – 7);

$ГДК_i$ – гранично допустима концентрація відповідної речовини (мг/дм³).

Для розчиненого кисню розрахунок проводиться з урахуванням його специфіки: навпаки, гранично допустиме значення ділиться на фактичне середнє значення концентрації, що відображає значущість кисню як показника біологічної активності водного середовища.

Для розрахунку ІЗВ р. Південний Буг нами було взято данні за 2022 та 2023 рр., які наведені в табл. 3.1 та 3.2. Розрахунок проводився для Вінницької та Миколаївської областей, оскільки ці області є найбільшими водокористувачами р. Південний Буг (см. табл. 2.1). Для розрахунку ІЗВ було

взято наступні гідрохімічні показники: БСК_{повне}, амоній сольовий, нітрати, нафтопродукти, розчинений кисень, фосфати, нітрити.

Результати розрахунку наведено на рис. 3.1.

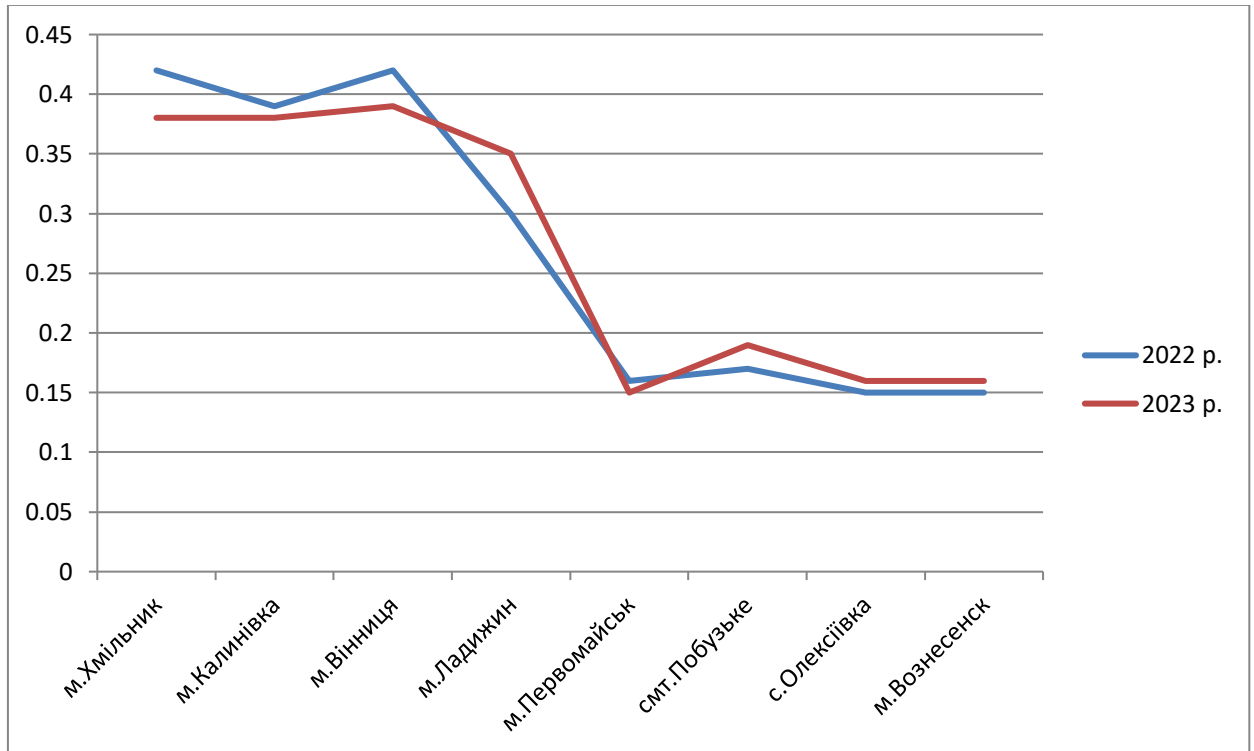


Рисунок 3.1 – Результати розрахунку індексу забруднення води р. Південний Буг в межах Вінницької та Миколаївської областей за 2022 та 2023 рр.

На підставі аналізу результатів розрахунку індексу забруднення води річки Південний Буг у межах Вінницької та Миколаївської областей за 2022 та 2023 рр. встановлено такі закономірності:

1. Найвищі значення індексу забруднення зафіксовано у верхній частині річки, зокрема в районах міст Хмельник, Калинівка, Вінниця та Ладизин (Вінницька область). Це свідчить про значний рівень антропогенного навантаження, що, ймовірно, зумовлено скидами недостатньо очищених стічних вод від крупних населених пунктів області, діяльністю промислових підприємств, а також впливом сільськогосподарського сектору.

2. У 2023 р. в порівнянні з 2022 р. простежується тенденція до зниження індексу забруднення у більшості досліджених пунктів верхньої течії річки. Найбільш виражене зменшення показників спостерігається в межах міст Хмільник та Вінниця, що може свідчити про підвищення ефективності природоохоронних заходів або зміну гідрологічного режиму.

3. У середній течії річки (м. Первомайськ Миколаївської області) рівень забруднення є найнижчим серед усіх досліджуваних пунктів. При цьому значення індексу залишаються стабільними протягом обох років, що свідчить про відносно сприятливий екологічний стан водного об'єкта на даній ділянці.

4. У нижній течії річки (сmt Побузьке, с. Олексіївка, м. Вознесенськ Миколаївської області) також спостерігається стабільність індексу забруднення з незначними міжрічними коливаннями. Це дозволяє зробити висновок про відсутність суттєвих змін у рівні антропогенного навантаження в межах зазначених населених пунктів.

5. Загалом, у 2023 р., порівняно з 2022 р., зафіксовано позитивну динаміку щодо зменшення індексу забруднення води в річці Південний Буг, що може свідчити про ефективність реалізованих заходів з охорони водних ресурсів та покращення якості водного середовища на окремих ділянках річки.

Отже, за результатами проведених розрахунків можливо зробити висновок, що якість води за гідрохімічними показниками в межах Вінницької області характеризується як чиста (II клас), а в межах Миколаївської області – дуже чиста (I клас).

3.3 Пропозиції щодо покращення якості вод у басейні річки Південний Буг

Відповідно до результатів оцінки індексу забруднення води у басейні р. Південний Буг за 2022–2023 рр. та з урахуванням сучасного екологічного

стану водних об'єктів, визначеного у проекті Плану управління річковим басейном Південного Бугу (2025 – 2030 рр.) [6], доцільним є впровадження комплексу заходів, спрямованих на покращення якісного стану поверхневих вод. Запропоновані заходи базуються на принципах інтегрованого управління водними ресурсами, закріплених у Водній рамковій директиві Європейського Союзу (2000/60/ЕС) [22].

1. Технічна модернізація систем водовідведення та очищення:

- реконструкція очисних споруд у найбільш забруднених населених пунктах басейну (м. Хмільник, м. Вінниця, м. Ладижин), з використанням сучасних методів біологічного та фізико-хімічного очищення;
- запровадження обов'язкового попереднього очищення стічних вод на промислових підприємствах;
- впровадження системи роздільного каналізування зливових і побутових стоків для зниження навантаження на очисні споруди під час опадів.

2. Природоохоронні та гідроекологічні заходи:

- формування та відновлення прибережних захисних смуг уздовж русла річки з багаторічною рослинністю для зменшення надходження поверхневого стоку, збагаченого біогенними елементами та пестицидами;
- відновлення водно-болотних угідь та ділянок з природною гідроморфологією для підвищення здатності річкової екосистеми до самоочищення;
- запровадження обмежень на господарську діяльність у прибережних захисних смугах, зокрема на застосування мінеральних добрив та засобів захисту рослин.

3. Управлінські та нормативно-правові заходи:

- Удосконалення системи державного моніторингу якості води шляхом запровадження автоматизованих постів спостереження та впровадження ГІС-системи обліку даних;
- розробка локальних програм з охорони водних ресурсів в межах територіальних громад із урахуванням локальних джерел забруднення;
- посилення принципу екологічної відповідальності «забруднювач платить» через удосконалення механізмів розрахунку екологічного податку на скиди забруднюючих речовин.

4. Освітні, інформаційні та соціальні ініціативи:

- проведення цільових інформаційно-просвітницьких кампаній серед населення щодо раціонального водокористування та попередження забруднення водних об'єктів;
- підтримка участі громадських організацій та навчальних закладів у заходах із моніторингу, прибирання та екологічної паспортизації прибережних територій;
- залучення громадян до програм «громадського моніторингу» якості води з використанням доступних методик та приладів.

5. Пріоритетність реалізації заходів:

- огляду на отримані результати, першочергового впровадження потребують заходи у верхів'ї басейну Південного Бугу (міста Хмільник, Калинівка, Вінниця), де зафіксовано найвищі індекси забруднення. Це дозволить ефективно зменшити навантаження на водні об'єкти та запобігти поширенню забруднення за течією.

Запропонований комплекс заходів може бути покладений в основу розділу «Програма заходів» при оновленні Плану управління річковим басейном Південного Бугу на наступний плановий період, а також використаний у рамках реалізації місцевих екологічних стратегій.

ВИСНОВКИ

Проблема забезпечення якісною прісною водою є однією з найгостріших екологічних, соціальних і економічних проблем сучасного світу, і Україна не є винятком. Зростання антропогенного навантаження, нераціональне використання водних ресурсів та погіршення екологічного стану водойм призвели до формування дефіциту якісної прісної води в багатьох регіонах країни. Одним із найважливіших джерел водопостачання центральних областей України є річка Південний Буг, водозбір якої охоплює значну територію лісостепової та степової зон і має суттєве господарське, екологічне та соціальне значення.

Південний Буг є найбільшою річкою, басейн якої повністю розташований на території України, що робить його унікальним природним об'єктом. Водночас його гідрологічний і гідрохімічний режими зазнають істотних змін під впливом природних і антропогенних факторів. Зарегульованість річки численними водосховищами, ставками та каналами порушує природні процеси водообміну, призводить до сезонних коливань рівнів води та змінює динаміку водного стоку. Такі зміни безпосередньо впливають на якість води, процеси самоочищення та стан водних екосистем.

Антропогенний вплив на басейн Південного Бугу має комплексний характер і охоплює різні сфери людської діяльності. Найбільшу загрозу становлять промислові та комунальні стоки, а також сільськогосподарське забруднення. Водні об'єкти басейну приймають значні обсяги неочищених або недостатньо очищених відпрацьованих вод, які містять важкі метали, токсичні органічні сполуки, нафтопродукти, феноли, фосфати та нітрати. Особливо негативно на стан річки впливає використання у сільському господарстві великої кількості мінеральних добрив та пестицидів, які через стік із полів потрапляють у водойми, викликаючи підвищення концентрації біогенних елементів. Це призводить до розвитку процесів евтрофікації –

надмірного цвітіння води, зниження рівня кисню та масової загибелі водних організмів.

Значним є і побутове забруднення. У багатьох населених пунктах, розташованих уздовж русла річки, очисні споруди перебувають у незадовільному технічному стані або взагалі відсутні. Унаслідок цього у водні об'єкти надходять стоки, насичені органічними речовинами та патогенними мікроорганізмами, що становить пряму загрозу здоров'ю населення і порушує природну рівновагу водних екосистем. Додаткове навантаження створюють транспортні джерела забруднення, а саме потрапляння нафтопродуктів і важких металів з автомагістралей, що проходять поблизу річки, а також наслідки зростання туристично-рекреаційної активності, яка супроводжується засміченням берегових зон.

Гідрохімічний режим Південного Бугу формується під впливом кліматичних, геологічних і гідрологічних чинників, однак у сучасних умовах домінуючу роль у його зміні відіграє саме антропогенний фактор. Аналіз якості води свідчить, що за гідрохімічними показниками рівень забруднення у межах Вінницької області оцінюється як «чиста вода» (II клас), тоді як у межах Миколаївської області – як «дуже чиста» (I клас). Водночас на окремих ділянках річки фіксуються локальні осередки підвищеного вмісту нітратів, фосфатів та важких металів, що вимагає посилення контролю та моніторингу.

Екологічні проблеми басейну Південного Бугу є багатограними та взаємопов'язаними. Вони включають забруднення водних ресурсів, деградацію природних ландшафтів, ерозію берегів, порушення природного гідрологічного режиму та зниження біорізноманіття. Їх ефективне вирішення можливе лише за умови комплексного, науково обґрунтованого підходу, що поєднує державне управління, місцеві ініціативи та громадську участь.

До пріоритетних напрямів покращення екологічного стану басейну Південного Бугу належать:

1. Модернізація та будівництво сучасних очисних споруд з використанням новітніх технологій біологічного та фізико-хімічного очищення стічних вод.
2. Посилення екологічного контролю за діяльністю промислових підприємств, сільськогосподарських господарств і комунальних служб, а також застосування ефективних санкцій за порушення екологічного законодавства.
3. Зниження агрохімічного навантаження на водозбір шляхом оптимізації використання добрив і пестицидів, упровадження екологічно безпечних методів землеробства та розвитку органічного виробництва.
4. Створення прибережно-захисних смуг уздовж берегів річки для запобігання ерозії ґрунтів, покращення фільтраційних процесів і відновлення природних ландшафтів.
5. Проведення системного моніторингу стану води, що дасть змогу своєчасно виявляти джерела забруднення та реагувати на екологічні загрози.
6. Підвищення рівня екологічної свідомості населення через освітні програми, громадські ініціативи, екологічні акції та розвиток культури дбайливого ставлення до водних ресурсів.

Таким чином, забезпечення екологічної безпеки басейну річки Південний Буг є стратегічним завданням державної екологічної політики України. Реалізація комплексу науково обґрунтованих, технічно ефективних і соціально спрямованих заходів дозволить не лише покращити якість води, але й відновити природну рівновагу водних екосистем, забезпечити сталий розвиток регіону та зберегти водні ресурси для майбутніх поколінь.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: Довідковий посібник. Київ: Ніка-Центр, 2006. 320 с.
2. Річний звіт про діяльність Басейнового управління водних ресурсів річки Південний Буг з питань управління, використання та відтворення поверхневих водних ресурсів за 2012 рік. Вінниця, 2013. 222 с.
3. Клименко В.Г. Гідрологія України: Навчальний посібник для студентів-географів. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. 124 с.
4. Хільчевський В.К., Чунарьов О.В., Ромась М.І. та ін.. Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу. За ред. В.К. Хільчевського. Київ: Ніка-Центр, 2009. 184 с.
5. Афанасьєв С., Бедзь Н., Боднарчук Т. та ін. План управління річковим басейном Південного Бугу: аналіз стану та першочергові заходи. За ред. С. Афанасьєва, А. Петерс, В. Сташука та О. Ярошевича. Київ: Вид-во ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2014. 188с.
6. План управління річковим басейном Південного Бугу 2025 – 2030 рр. (проект). Грудень, 2023. 325 с. URL: https://davr.gov.ua/fls18/tu/RBMP_South_Bug/purb_sb.pdf (дата звернення: 22.04.2025).
7. Директива 2008/105/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 16 грудня 2008 року про встановлення стандартів екологічної якості у сфері водної політики, про внесення змін та подальше скасування Директив Ради 82/176/ЄЕС, 83/513/ЄЕС, 84/156/ЄЕС, 86/280/ЄЕС та внесення змін до Директиви 2000/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради (консолідована версія) URL: <https://compass27.info/vodna-ramkova-dyrektyva-2000-60-yes-2/> (дата звернення: 22.10.2025)

8. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Вінницької області. URL: <https://mepr.gov.ua/timeline/Regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha.html> (дата звернення: 22.10.2025)
9. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Черкаської області. URL: <https://mepr.gov.ua/timeline/Regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha.html> (дата звернення: 22.10.2025)
10. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Кіровоградської області. URL: <https://mepr.gov.ua/timeline/Regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha.html> (дата звернення: 22.10.2025)
11. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Миколаївської області. URL: <https://mepr.gov.ua/timeline/Regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha.html> (дата звернення: 22.10.2025)
12. Оцінка екологічного стану річки Південний Буг у відповідності до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС./ за ред. С.О. Афанасьєва. Київ, 2012. 28 с.
13. Ухань О.О., Лузовіцька Ю.А. Інтегральна оцінка якості води річок басейну р. Південний Буг та розрахунок їх самоочисної здатності / Людина та довкілля. Проблеми неоекології. Вип. 35. 2021. С. 48 – 57. URL: https://journals.uran.ua/ludina_dov/article/view/251936?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 21.09.2025)
14. Морозова Л.П. Динаміка показників хімічного та біохімічного споживання кисню в р. Південний Буг за 2016 – 2020 рр. / Збалансоване природокористування № 1/2022. С. 90 – 99. URL: https://journals.uran.ua/bnusing/article/view/255216?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 21.09.2025)
15. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/natsionalni->

- [dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-pryrodnogo-seredovyshha-v-ukrayini/](#) (дата звернення: 27.09.2025)
16. Хаєцький Г. Стан якості води річки південний Буг у межах Вінницької області / Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування», Вип. 1, 2022. С. 26 – 33. URL: <https://journals.academ.vinnica.ua/index.php/eco-pa/article/view/7/4> (дата звернення: 27.09.2025)
17. Екологічний паспорт Вінницької області за 2022 р. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/ekologichni-pasporty/> (дата звернення: 12.10.2025)
18. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2022 р. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/ekologichni-pasporty/> (дата звернення: 12.10.2025)
19. Екологічний паспорт Хмельницької області за 2022 р. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/ekologichni-pasporty/> (дата звернення: 12.10.2025)
20. Екологічний паспорт Миколаївської області за 2022 р. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/ekologichni-pasporty/> (дата звернення: 12.10.2025)
21. Владимірова О.Г., Сапко О.Ю. Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. 288 с.
22. Директива Європейського Парламенту і Ради 2000/60/ЄС від 23 жовтня 2000 року про встановлення рамок заходів Співтовариства в галузі водної політики. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text (дата звернення: 28.10.2025).