

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології**

_____ **Коломієць Ю.В.**
«___» _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри екології агросфери
екології агросфери та екологічного
контролю**

_____ **Наумовська О.І.**
«___» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Санітарно-бактеріологічний аналіз показників якості Київського водосховища»

Спеціальність 101 «Екологія»
(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Екологія»

Гарант освітньої програми

Доктор педагогічних наук,
професор кафедри загальної
екології, радіобіології та
безпеки життєдіяльності

(підпис)

Володимир БОГОЛЮБОВ

Керівник магістерської роботи

к. пед. наук, доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Віта СТРОКАЛЬ

(ПІБ)

Виконала

(підпис)

Варвара ТІГА

(ПІБ студента)

КИЇВ-2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Катедра екології агросфери та екологічного контролю
Освітній ступінь «Бакалавр»
Спеціальність 101 «Екологія»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувачка катедри
екології агросфери та
екологічного контролю**

Наумовська О. І.

“ ” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Тіга Варвара Миколаївна

1. Тема роботи «Санітарно-бактеріологічний аналіз показників якості
Київського водосховища»

керівник роботи доц., канд. пед. наук Строкаль В. П.

2. Строк подання студентом роботи 14 травня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи: літературні дані, нормативні документи,
результати моніторингу.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які
потрібно розробити):

4.1. Проаналізувати основні джерела забруднення поверхневих
водних об'єктів та охарактеризувати сучасний екологічний стан Київського
водосховища.

4.2. Дослідити фізико-географічні особливості Київського водосховища.

4.3. Провести оцінку якості води за гідрохімічними показниками та здійснити санітарно-епідеміологічну оцінку її якості.

4.4. Обґрунтувати основні заходи щодо поліпшення екологічного стану Київського водосховища.

Завдання прийняла до виконання

(підпис)

Тіга В.М.

(прізвище та ініціали)

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

(підпис)

Строкаль В.П.

(прізвище та ініціали)

Перелік умовних скорочень

БСК – біологічне споживання кисню

мг/л- міліграм на літр.

ppm - parts per million — частин на мільйон.

ppb - parts per billion — частин на мільярд.

рН - показник кислотності або лужності середовища

км² - квадратний кілометр

млрд м³ - мільярд кубічних метрів.

км - кілометри

мг/дм³ - міліграм на кубічний дециметр

м - метри

ДСТУ - Державні стандарти України.

РЕФЕРАТ

Тема бакалаврської роботи: Санітарно-бактеріологічний аналіз показників якості Київського водосховища.

Актуальність теми полягає в необхідності комплексного дослідження сучасного екологічного стану Київського водосховища, оцінки якості води та визначення основних джерел забруднення з метою розроблення заходів щодо поліпшення стану водних ресурсів.

Мета роботи полягає у комплексній оцінці екологічного стану Київського водосховища за гідрохімічними та санітарно-епідеміологічними показниками якості води.

Об'єктом дослідження була оцінка екологічного стану води Київського водосховища. *Предметом дослідження* є гідрохімічні та санітарно-епідеміологічні показники якості води Київського водосховища, а також фактори антропогенного впливу на його екосистему. Для досягнення поставленої мети було визначено *завдання*:

- 1) проаналізувати основні джерела забруднення поверхневих водних об'єктів та охарактеризувати сучасний екологічний стан Київського водосховища;
- 2) дослідити фізико-географічні особливості Київського водосховища;
- 3) провести оцінку якості води за гідрохімічними показниками та здійснити санітарно-епідеміологічну оцінку якості води;
- 4) обґрунтувати основні заходи щодо поліпшення екологічного стану Київського водосховища.

Наукова новизна роботи полягає у проведенні комплексної оцінки екологічного стану Київського водосховища на основі сучасних гідрохімічних та санітарно-епідеміологічних досліджень.

У процесі виконання роботи було використано такі *категорії методів*: гідрохімічні, санітарно-епідеміологічні, порівняльно-аналітичні, статистичні та екологічні.

Визначення фізико-хімічних показників якості води проводилося відповідно до чинних методик і нормативних документів України. Також використовувалися методи аналізу наукової літератури, а також узагальнення й систематизації отриманих результатів.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для вдосконалення системи екологічного моніторингу, оцінки якості поверхневих вод та розроблення природоохоронних заходів щодо покращення екологічного стану Київського водосховища.

Ключові слова: водосховище, евтрофікація, забруднення води, якісний стан води.

Зміст

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ	10
1.1. Основні джерела забруднення поверхневих водних об'єктів	10
1.2. Сучасний екологічний стан Київського водосховища.....	18
1.3. Потенційний вплив змін клімату на якісний стан поверхневих вод	21
1.4. Основні шляхи вирішення проблем забруднення Київського водосховища	25
РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	29
2.1. Фізико-географічна характеристика Київського водосховища	29
2.2. Методика дослідження	33
2.3. Місце проведення дослідження.....	35
2.3. Місце проведення дослідження.....	36
РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ	39
3.1. Оцінка якості води за гідрохімічними показниками	39
3.2. Оцінка якості води за санітарно-епідеміологічними показниками...	44
ВИСНОВКИ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49

ВСТУП

Водні ресурси є одним із найважливіших компонентів природного середовища та відіграють ключову роль у забезпеченні життєдіяльності населення, функціонуванні промисловості, сільського господарства та підтриманні екологічної рівноваги. У сучасних умовах проблема забруднення поверхневих вод набуває особливої актуальності через інтенсивний антропогенний вплив, зростання обсягів промислових і побутових стоків, використання агрохімікатів та погіршення загального екологічного стану водойм. Одним із водних об'єктів, який зазнає значного антропогенного навантаження, є Київське водосховище.

Київське водосховище має важливе господарське, екологічне та соціальне значення, оскільки забезпечує водопостачання, регулювання стоку річки Дніпра, функціонування гідроенергетики, рибного господарства та рекреаційної діяльності.

Водночас значне надходження забруднюючих речовин, процеси евтрофікації, замулення та погіршення санітарно-епідеміологічного стану води негативно впливають на екологічний стан водосховища та створюють потенційну небезпеку для здоров'я населення.

Актуальність теми полягає в необхідності комплексного дослідження сучасного екологічного стану Київського водосховища, оцінки якості води та визначення основних джерел забруднення з метою розроблення заходів щодо поліпшення стану водних ресурсів.

Мета роботи полягає у комплексній оцінці екологічного стану Київського водосховища за гідрохімічними та санітарно-епідеміологічними показниками якості води.

Об'єктом дослідження була оцінка екологічного стану води Київського водосховища.

Предметом дослідження є гіdroхімічні та санітарно-епідеміологічні показники якості води Київського водосховища, а також фактори антропогенного впливу на його екосистему.

Для досягнення поставленої мети було визначено завдання:

5) проаналізувати основні джерела забруднення поверхневих водних об'єктів та охарактеризувати сучасний екологічний стан Київського водосховища;

6) дослідити фізико-географічні особливості Київського водосховища;

7) провести оцінку якості води за гіdroхімічними показниками та здійснити санітарно-епідеміологічну оцінку якості води;

8) обґрунтувати основні заходи щодо поліпшення екологічного стану Київського водосховища.

Наукова новизна роботи полягає у проведенні комплексної оцінки екологічного стану Київського водосховища на основі сучасних гіdroхімічних та санітарно-епідеміологічних досліджень.

У процесі виконання роботи було використано такі категорії методів: гіdroхімічні, санітарно-епідеміологічні, порівняльно-аналітичні, статистичні та екологічні.

Визначення фізико-хімічних показників якості води проводилося відповідно до чинних методик і нормативних документів України. Також використовувалися методи аналізу наукової літератури, узагальнення та систематизації отриманих результатів.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для вдосконалення системи екологічного моніторингу, оцінки якості поверхневих вод та розроблення природоохоронних заходів щодо покращення екологічного стану Київського водосховища.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ

1.1. Основні джерела забруднення поверхневих водних об'єктів

Забруднення водних ресурсів належить до фундаментальних екологічних викликів глобального масштабу, які потребують системного аналізу та комплексних заходів для їх подолання. Водні об'єкти виступають критично важливим компонентом екосистем, однак, їх стан наразі значно ускладнюється впливом антропогенної діяльності.

До основних джерел забруднення вод входять промислові скиди, сільськогосподарські практики, побутові та комунальні стоки, а також атмосферні опади, які транспортують забруднювальні речовини у водойми. Основними контамінантами є хімічні, фізичні та біологічні агенти, серед яких найбільш поширені важкі метали, пестициди, нітрати, фосфати й органічні сполуки [1].

Дослідницькі дані констатують особливу небезпеку речовин, таких як нафтопродукти, феноли, важкі метали та радіоактивні елементи. Наприклад, у водах Київського водосховища виявлено значне перевищення максимально допустимих концентрацій важких металів — свинцю (0,05 мг/л при нормі 0,01 мг/л) та кадмію (0,006 мг/л при нормі 0,005 мг/л). Ці показники не лише свідчать про високий рівень токсичності акваторії, а й вимагають термінового впровадження природоохоронних ініціатив [4].

Критичності набуває також проблема забруднення вод нітратами через інтенсивне використання мінеральних добрив у сільському господарстві. Велика кількість промислових підприємств, розташованих поблизу річок і водойм, здійснює скиди неочищених чи недостатньо очищених стоків. Наслідком цього стає систематичне накопичення токсичних компонентів у водному середовищі та руйнація екосистем [2].

Таблиця 1.1. Вміст важких металів у воді Київського водосховища [2]

Метал	Концентрація (мг/л)	Допустима норма (мг/л)
Свинець	0,05	0,01
Ртуть	0,002	0,0005
Кадмій	0,006	0,005
Мідь	0,02	0,01

Сільськогосподарська діяльність суттєво впливає на процес евтрофікації водойм через інтенсивне застосування агрохімікатів.

Зокрема, дощові й талі води вимивають пестициди й добрива з полів, що потрапляють до річок та озер. Надлишок поживних речовин стимулює масове розмноження водоростей, які споживають значні обсяги кисню з води. Це знижує кисневий баланс водойм, провокує масову загибель риб та інших гідробіонтів, що згубно впливає на біорізноманіття [2].

Багато промислових підприємств, розташованих поблизу річок та інших водних об'єктів, скидають у водойми великі обсяги відходів. Ці стоки не завжди проходять достатню очистку, що спричиняє накопичення токсичних речовин у водному середовищі та негативно впливає на стан водних екосистем.

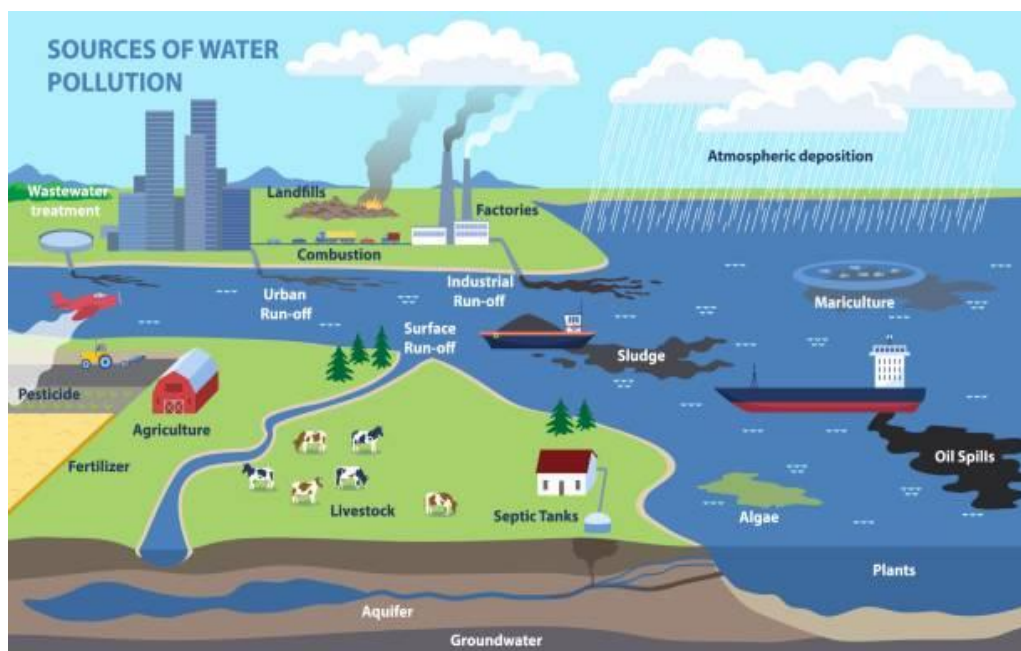


Рисунок 1.1. Джерела забруднення води [26]

Промислові підприємства

Серед домінуючих чинників антропогенного навантаження на Київське водосховище виділяються промислові відходи. Підприємства хімічної, металургійної та нафтопереробної галузей є основними постачальниками небезпечних речовин у водне середовище. До складу промислових стоків входять важкі метали (свинець, кадмій, ртуть), органічні сполуки та нафтопродукти. Недостатня ефективність або несправна робота очисних споруд призводить до того, що значні обсяги шкідливих компонентів надходять безпосередньо у водойму [3].

Дані екологічного моніторингу підтверджують хронічно підвищені концентрації важких металів у водах Київського моря. Це сприяє акумуляції токсичних речовин у тканинах гідробіонтів і порушенню природних процесів [6].

Сільське господарство

Аграрна діяльність посідає друге місце серед найбільш значущих факторів, що впливають на забруднення вод Київського водосховища.. Активне застосування мінеральних добрив, пестицидів і гербіцидів для підвищення урожайності сприяє потраплянню цих речовин у водойму — особливо під час опадів і танення снігу, коли хімікати з полів змиваються в річки та струмки [7].

Найгостріше забруднення спостерігається навесні та в періоди інтенсивних опадів, коли агрохімікати масово вимиваються з оброблених земельних угідь. Це стає причиною розвитку евтрофікації – явища надмірного накопичення поживних речовин, таких як нітрати й фосфати. Вони провокують активне розмноження водоростей. Це призводить до дефіциту кисню у воді, загибелі риб, зменшення чисельності водної фауни та зниження загального біорізноманіття [10].

Побутові та комунальні стоки

Ще одним вагомим фактором забруднення водосховища є комунальні стічні води, що потрапляють у Київське море з населених пунктів, розташованих вздовж його берегів, включаючи Київ та передмістя.

Низька ефективність очисних споруд стає причиною потрапляння у водойму органічних речовин, нітратів, фосфатів, залишків мийних засобів та інших хімічних сполук. За даними Державної екологічної інспекції за 2021 рік, органічне забруднення вод Київського моря демонструє тривалу тенденцію до зростання.

Як наслідок, з'являються негативні явища: посилення процесу гниття, скорочення вмісту кисню, виникнення неприємного запаху (особливо влітку), а також поширення патогенних мікроорганізмів. Це становить небезпеку для здоров'я людей, які використовують цю воду для побутових потреб або відпочинку [5].

Атмосферне забруднення

Забруднення атмосферного повітря також відіграє важливу роль у погіршенні стану вод Київського моря. Викиди від промислових підприємств, транспортних засобів і процесів спалювання палива насичують атмосферу шкідливими речовинами — зокрема діоксидом сірки, оксидами азоту, вуглекислим газом тощо. Змішуючись із опадами, ці сполуки потрапляють у водосховище, спричиняючи кислотні дощі, які змінюють хімічний склад води та погіршують її якість [8].

Дослідження показують, що в останні роки у водах Київського водосховища фіксується зростання концентрацій азотистих і сірчаних сполук. Основними причинами цього є інтенсивний автомобільний трафік у столиці та розширення промисловості в регіоні. Як наслідок — підвищується кислотність води, що згубно впливає на водну фауну, зокрема рибні запаси [14].

Інтенсивне антропогенне навантаження на екосистему Київського водосховища стає причиною значних екологічних загроз, які проявляються у таких аспектах:

Скорочення популяції риб.

Погіршення якості води разом зі зменшенням рівня розчиненого кисню створює несприятливе середовище для багатьох видів риб. Це призводить до скорочення їхньої чисельності, ставлячи під загрозу майбутнє рибного господарства.

Погіршення стану водних ресурсів.

Вода забруднюється хімічними речовинами, залишками органіки та хвороботворними мікроорганізмами, що обмежує її використання для питного водопостачання та відпочинку.

Втрата біорізноманіття.

Деградація водної флори, скорочення популяцій риб та різних мікроорганізмів сигналізують про погіршення загального екологічного балансу водосховища, що руйнує природну гармонію екосистеми [11].



Рисунок 1.2. Вплив водного забруднення [13]

Отже, варто зазначити, що сільське господарство та міська діяльність є основними джерелами фосфору й азоту для водних екосистем. Атмосферні відкладення також є джерелом азоту. Це неточкове надходження поживних речовин важко виміряти та регулювати, оскільки воно походить від діяльності, розподіленої на великих площах суші, і змінюється в часі під впливом погоди. У водних екосистемах ці поживні речовини спричиняють різноманітні проблеми, такі як токсичне цвітіння водоростей, втрата кисню, загибель риби, втрата біорізноманіття (зокрема видів, важливих для торгівлі та відпочинку), втрата водних рослинних ґрядок і коралових рифів, а також інші проблеми. Збагачення поживними речовинами серйозно погіршує стан водних екосистем і погіршує використання води для пиття, промисловості, сільського господарства, відпочинку та інших цілей [37].

На основі огляду наукової літератури варто зазначити, що (1) евтрофікація є поширеною проблемою в річках, озерах, естуаріях та прибережних океанах, спричиненою надмірним збагаченням фосфором та азотом; (2) неточкове забруднення, основне джерело фосфору та азоту у поверхневих водах України, є результатом переважно сільського господарства та міської діяльності, включаючи промисловість; (3) надходження фосфору та азоту до сільського господарства у вигляді добрив перевищує обсяги виробництва продукції у країні; (4) надходження поживних речовин до водних екосистем безпосередньо пов'язані з щільністю поголів'я тварин, а за високої щільності поголів'я худоби виробництво гною перевищує потреби культур, під які вноситься гній; (5) надмірне удобрення та виробництво гною призводять до накопичення надлишку фосфору в ґрунті, частина якого транспортується до водних екосистем; та (6) надмірне удобрення та виробництво гною на сільськогосподарських угіддях створюють надлишок азоту, який є рухомим у багатьох ґрунтах і часто вимивається у водні екосистеми нижче за течією,

а також може випаровуватися в атмосферу, переосаджуватися в інших місцях і зрештою досягати водних екосистем.

Якщо нинішня практика триватиме, то неточкове забруднення поверхневих вод практично напевно зросте в майбутньому. Однак такий результат не є неминучим, оскільки низка технологій, методів землекористування та заходів з охорони природи здатна зменшити надходження неточкового фосфору та азоту в поверхневі води. З нашого огляду доступної наукової інформації це: (1) неточне забруднення поверхневих вод фосфором та азотом можна зменшити, зменшивши надлишкові потоки поживних речовин у сільськогосподарських системах та процесах, зменшивши сільськогосподарський та міський стік різними методами та зменшивши викиди азоту від спалювання викопного палива; та (2) евтрофікацію можна зупинити, зменшивши швидкість надходження фосфору та азоту до водних екосистем, але темпи відновлення дуже різняться між водоймами. Часто евтрофний стан є стійким, а відновлення повільним.

На рис. 1.3 показано потенційні втрати та перетворення сполук азоту зі стабільних резервуарів та внесення добрив у навколишнє середовище. Ці втрати призводять до марнування ресурсів, погіршують якість повітря, води та ґрунту, загрожують біорізноманіттю та сприяють загальним викидам парникових газів. Значні втрати азоту з ґрунту відбуваються через вимивання нітратів, поверхневий стік та денітрифікацію, що призводить до випаровування аміаку та інших газоподібних форм азоту (Alva et al., 2006; Cameron et al., 2013; Duretz et al., 2011). Приблизно 50% глобального випаровування аміаку спричинено сільськогосподарською діяльністю (Sommer et al., 2004). Втрати азоту через випаровування аміаку сприяють застосуванню добрив на основі амонію, таких як сечовина та аміачна селітра (He et al., 1999; Turner et al., 2012). І навпаки, викиди аміаку є низькими від добрив на основі сульфату амонію або діамонійфосфату

(Turner et al., 2012). Потенціал випаровування аміаку з добрив на основі сечовини варіюється від 0 % до 65 % від внесеного азоту, залежно від ґрунтових та кліматичних умов (Bishop and Manning, 2010). Аміак, будучи позитивно зарядженим іоном, вступає в реакції катіонообміну з ґрунтовими колоїдами. Він утримується на поверхні глин та органічної речовини завдяки електростатичному притягання. Отже, швидкість випаровування аміаку набагато вища в піщаних ґрунтах, які мають низьку катіонообмінну здатність, порівняно з глинистими ґрунтами, які мають високу катіонообмінну здатність (Whitehead and Raistrick, 1993). Швидкість випаровування також вища з лужних ґрунтів, ніж з кислих, особливо коли сечовина вноситься на поверхню, а не вбудовується в ґрунт (Cameron et al., 2013). Випаровуваний аміак повертається на поверхню землі у вигляді вологого осадження (розчиненого в дощовій воді) або сухого осадження (прикріпленого до твердих частинок), що призводить до підкислення та евтрофікації природних екосистем. Цей цикл також є джерелом закису азоту, що опосередковано сприяє викидам парникових газів (Cameron et al., 2013).

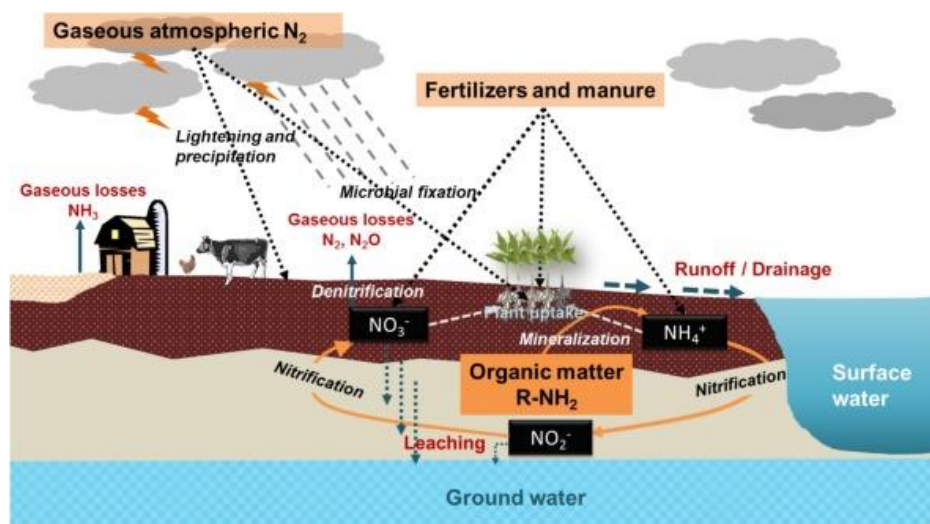


Рис. 1.3. Кругообіг азоту в сільськогосподарських системах, що показує втрати та перетворення сполук азоту (<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/9s.html>)

1.2. Сучасний екологічний стан Київського водосховища

Київське водосховище є важливим водним об'єктом, який відіграє значну роль у забезпеченні водопостачання, функціонуванні гідроенергетики та підтриманні екологічної рівноваги регіону. Проте внаслідок інтенсивної господарської діяльності людини водосховище зазнає значного антропогенного навантаження. Серед основних екологічних проблем, що спостерігаються на території Київського водосховища, можна виокремити такі [13].

Забруднення води побутовими та промисловими стоками.

Однією з найсерйозніших проблем є надходження до водойми побутових і промислових стічних вод із прилеглих населених пунктів і підприємств. У результаті до водосховища потрапляють значні обсяги забруднювальних речовин, зокрема важкі метали, нафтопродукти, пестициди, фосфати та нітрати. Такі речовини погіршують якість води та негативно впливають на функціонування водної екосистеми, порушуючи її природний баланс.

Евтрофікація вод.

Ще однією суттєвою проблемою є процес евтрофікації, пов'язаний із надмірним надходженням поживних речовин, насамперед сполук фосфору та азоту.

Ці речовини потрапляють у водойму разом зі стічними водами та добривами, що змиваються із сільськогосподарських угідь. Унаслідок цього спостерігається активний розвиток водоростей, особливо синьо-зелених, що спричиняє «цвітіння» води. Такий процес зменшує вміст кисню у воді, що може призвести до загибелі риб та інших водних організмів. Крім того, надлишок органічних речовин активізує розвиток бактерій, що ще більше погіршує стан екосистеми [12].

Замулення водосховища.

Замулення є наслідком накопичення на дні водойми органічних і мінеральних речовин, що надходять разом із забрудненими водами. Через слабку течію води циркуляція у водосховищі є недостатньою, що сприяє накопиченню значної кількості донних відкладів. У результаті відбувається зміна гідрологічного режиму водойми, зменшення її глибини та об'єму води, що може негативно впливати на виконання водосховищем його основних функцій. Також це погіршує якість води та знижує її придатність до використання [10].

Підтоплення територій та ерозія берегів.

Коливання рівня води у водосховищі можуть спричиняти розвиток ерозійних процесів уздовж берегової лінії. Це призводить до руйнування берегів, втрати земель і зміни природних ландшафтів. Крім того, коливання рівня води створюють ризик підтоплення прилеглих територій, що може мати негативні наслідки для сільського господарства та інфраструктури прибережних населених пунктів [13].

Зниження біорізноманіття.

Зміна природного гідрологічного режиму та погіршення якості води спричинили скорочення чисельності багатьох видів водних і прибережних організмів. Особливо вразливими є рідкісні та зникаючі види, які можуть повністю зникнути з цієї території. Порушення природних умов існування призводить до зниження біорізноманіття та посилення екологічного дисбалансу в регіоні [16].

Забруднення токсичними речовинами та пестицидами.

Крім промислових стоків, у водосховище потрапляють токсичні хімічні речовини, зокрема пестициди, гербіциди та інші агрохімікати, які використовуються в сільському господарстві. Ці речовини не тільки забруднюють водне середовище, але й негативно впливають на водні

організми. Крім того, вони можуть накопичуватися у харчових ланцюгах, що створює потенційну загрозу для здоров'я людини [14].

Нерегульоване судноплавство та рекреаційне навантаження.

Київське водосховище активно використовується як транспортний водний шлях і зона відпочинку. Однак зростання судноплавства і рекреаційної діяльності створює додаткове екологічне навантаження. Судна та інші водні транспортні засоби можуть спричиняти забруднення води, а велика кількість відпочивальників часто призводить до накопичення сміття та пошкодження природних прибережних територій [15].

Обмежені можливості для відновлення екосистем.

Навколо Київського водосховища розташовані густонаселені території, інфраструктурні об'єкти та сільськогосподарські угіддя, що значно обмежують площі природних територій, придатних для відновлення екосистем. Недостатня кількість природоохоронних зон ускладнює проведення заходів із відновлення водної флори й фауни.

Вплив змін клімату.

Зміни клімату також суттєво впливають на стан водосховища. Коливання температури води, зміни кількості опадів та сезонні кліматичні умови можуть призводити до змін рівня води та впливати на стан водних екосистем. Тепліші зими, зменшення снігового покриву або тривалі посушливі періоди можуть спричиняти зниження рівня води, тоді як інтенсивні опади – його різке підвищення [17].

Необхідні заходи для збереження водосховища.

Для покращення екологічного стану Київського водосховища необхідно впроваджувати комплекс природоохоронних заходів. Одним із найважливіших напрямів є посилення екологічного моніторингу, що дозволить своєчасно виявляти зміни у стані водного середовища. Також важливими є модернізація систем очищення води та впровадження сучасних технологій очищення стічних вод.

Необхідним заходом є відновлення природних екосистем, зокрема прибережних зон і водної рослинності, що сприятиме відновленню біорізноманіття.

Крім того, слід посилити контроль за рекреаційною діяльністю, обмежити забруднення та забезпечити раціональне використання прибережних територій.

Важливим напрямом є також розвиток міжнародного співробітництва, оскільки Київське водосховище є частиною басейну річки Дніпра.

Спільні природоохоронні програми та заходи з управління водними ресурсами можуть сприяти більш ефективному вирішенню екологічних проблем.

Таким чином, вирішення екологічних проблем Київського водосховища потребує комплексного підходу, що включає проведення наукових досліджень, удосконалення державної екологічної політики та активну участь суспільства у збереженні водних ресурсів [19].

1.3. Потенційний вплив змін клімату на якісний стан поверхневих вод

Зараз визнано [38], що деякі зміни клімату, спричинені людиною, є неминучими. Потенційному впливу на водопостачання приділяється багато уваги, але про супутні зміни якості води відомо відносно мало. Прогнозовані зміни температури повітря та кількості опадів можуть вплинути на річковий стік, а отже, на мобільність і розведення забруднювальних речовин. Підвищення температури води вплине на кінетику хімічних реакцій і, у поєднанні з погіршенням якості, — на екологічний стан прісної води. Зі збільшенням потоків відбудуться зміни в потужності потоку, а отже, і в навантаженні осадових відкладень, що може змінити морфологію річок та перенесення осадових відкладень до озер, тим самим впливаючи на прісноводні середовища існування як в озерних, так і

в потокових системах. Загальновизнані сценарії зміни клімату [38] передбачають частіші посухи влітку, а також раптові повені, що призводять до неконтрольованих скидів з міських районів у водотоки та естуарії. Вторинення чужорідних видів є дуже ймовірним, як і міграція видів, які адаптуються до зміни температури та режимів течії. Нижчі потоки, зниження швидкості та, отже, довший час перебування води в річках і озерах підвищують потенціал токсичного цвітіння водоростей і знизять рівень розчиненого кисню. У верхніх водотоках може збільшитися рівень розчиненого органічного вуглецю та кольоровості, що вимагатиме вжиття заходів на водоочисних спорудах для запобігання потраплянню токсичних побічних продуктів до систем водопостачання. Шторми, які переривають періоди посухи, вимиватимуть поживні речовини з міських та сільських районів або генеруватимуть кислотні імпульси в підкислених гірських водозбірних басейнах. Політичні заходи реагування на зміну клімату, такі як зростання виробництва біопалива або контроль викидів, ще більше вплинуть на якість прісної води.

Існують природні та антропогенні причини зміни клімату [39]. Згідно з Міжурядовою групою експертів зі зміни клімату (МГЕЗК), глобальне потепління спричинене діяльністю людини, такою, як спалювання викопного палива, вирубка лісів та сільське господарство. Ця діяльність людини призвела до підвищення концентрації парникових газів (CO_2 , CH_4 , N_2O) в атмосфері з початку промислової ери, приблизно з 1750 року (МГЕЗК, 2007). Концентрація вуглекислого газу в атмосфері зросла з доіндустріальної концентрації близько 280 частин на мільйон за об'ємом (ppm) до 379 ppm у 2005 році. Те саме стосується концентрації метану (з 715 частин на мільярд за об'ємом (ppb) до 1774 ppb) та концентрації закису азоту (з 270 ppb до 319 ppb) в атмосфері (МГЕЗК, 2007). У звіті МГЕЗК за 2007 рік зроблено висновок, що «збільшення концентрації антропогенних парникових газів, ймовірно, спричинило більшу частину підвищення

середніх глобальних температур з середини 20 століття». Однак, на думку інших вчених, нинішній акцент на ролі вуглекислого газу може бути неправильним, а історія зміни клімату була недостатньо врахована. Вони стверджують, що зміна сонячної активності також має сильний вплив на кліматичну систему, і показали, що зниження вулканічної активності та підвищення сонячної активності були правдоподібними поясненнями спостережуваного глобального потепління у першій половині 20 століття (Verweij et al., 2010). Холодніше інтермеццо з 1970 по 1995 рік було спричинене високою вулканічною активністю в цей період. Природні фактори, такі як виверження вулканів, спричинили лише короткострокові коливання температури протягом кількох років, але не можуть пояснити жодних довгострокових кліматичних тенденцій. Решту глобального потепління у другій половині минулого століття можна пояснити антропогенним впливом [39].



Рис. 1.4. Вплив кліматичних показників на водні об'єкти

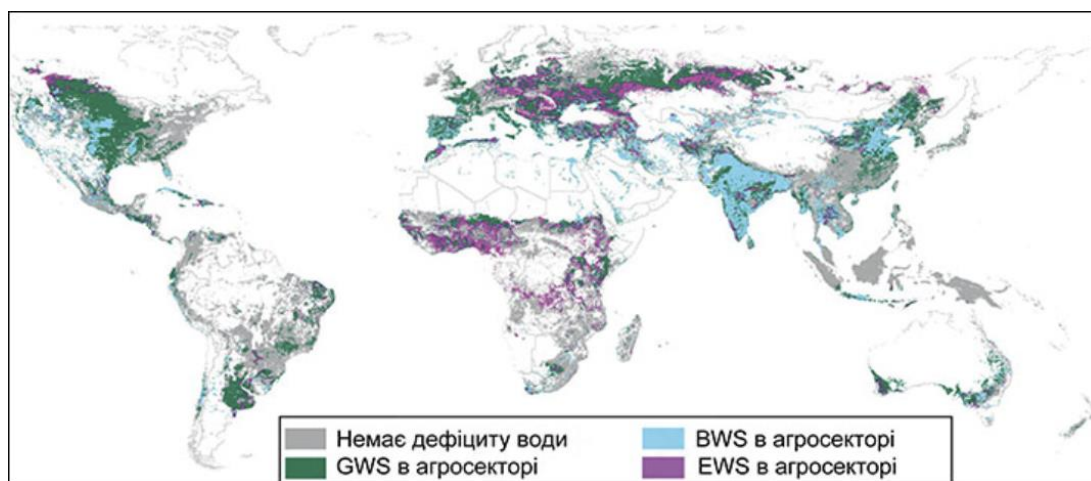


Рис. 1.5. Географія поширення дефіциту водив секторі сільського господарства

1.4. Основні шляхи вирішення проблем забруднення Київського водосховища

Контроль за станом вод Київського водосховища є важливою складовою забезпечення екологічної безпеки та раціонального використання водних ресурсів. Реалізація цієї діяльності здійснюється кількома державними органами, кожен з яких виконує визначені функції та повноваження у сфері охорони довкілля.

До основних установ, що здійснюють екологічний контроль вод Київського водосховища, належать такі [16].

Басейнове управління водними ресурсами середнього Дніпра.

Ця установа відповідає за управління водними ресурсами в межах басейну середнього Дніпра. Основними завданнями управління є проведення моніторингу стану водних об'єктів, аналіз водних ресурсів і розроблення заходів щодо їх охорони та раціонального використання. Також здійснюється контроль за режимом водокористування та оцінюється вплив господарської діяльності на стан водосховища.

Державна екологічна інспекція Столичного округу.

Цей орган виконує функції державного нагляду за дотриманням екологічного законодавства на території Київського водосховища та прилеглих територій. Інспекція контролює скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти, проводить перевірки підприємств, а також здійснює моніторинг стану повітря, води та ґрунтів з метою запобігання негативному впливу на довкілля .

Департамент екології та природних ресурсів Київської обласної державної адміністрації.

Цей орган здійснює управління природними ресурсами на регіональному рівні, зокрема водними. До його основних функцій належать

реалізація природоохоронної політики, розроблення та впровадження регіональних екологічних програм, а також координація заходів із збереження природного середовища. Департамент також проводить моніторинг стану водних ресурсів і взаємодіє з іншими органами влади для покращення екологічної ситуації.

Основні напрями екологічного контролю

Контроль за станом вод Київського водосховища здійснюється на основі комплексного підходу, що включає кілька важливих напрямів діяльності.

Регулярний моніторинг якості води.

Одним із ключових завдань є систематичне дослідження води за фізико-хімічними, біологічними та бактеріологічними показниками. У межах такого моніторингу визначаються показники температури, рівень рН, електропровідність води, а також досліджується наявність водоростей, бактерій та інших організмів, які можуть свідчити про стан водної екосистеми [17].

Контроль за скидами забруднюючих речовин.

Значну увагу приділяють контролю надходження забруднювальних речовин до водосховища. Екологічні інспекції здійснюють перевірки підприємств і виявляють порушення допустимих норм скидів. Особливий контроль здійснюється за промисловими, побутовими та сільськогосподарськими стоками, які можуть містити важкі метали, нафтопродукти, пестициди та інші токсичні речовини.

Контроль діяльності водокористувачів.

Важливим елементом є перевірка дотримання суб'єктами господарювання умов спеціального водокористування. Такий контроль передбачає перевірку обсягів забору води, дотримання встановлених лімітів і відповідність діяльності водокористувачів вимогам екологічного законодавства.

Моніторинг стану прибережної зони та донних відкладів.

Стан прибережних територій і донних відкладів також є важливим показником екологічного стану водосховища. Ерозія берегів, накопичення забруднювальних речовин у донних відкладах та погіршення стану прибережної рослинності можуть негативно впливати на якість води й біорізноманіття. Тому проводяться спеціальні дослідження складу донних відкладів і стану прибережної екосистеми [18].

Основні показники, які аналізуються під час контролю

Під час екологічного моніторингу особлива увага приділяється аналізу низки важливих показників.

Вміст розчиненого кисню.

Кисень є одним із ключових елементів для існування водних організмів. Його концентрація у воді свідчить про стан екосистеми. Зниження рівня кисню може бути ознакою забруднення води, розвитку евтрофікації або появи анаеробних процесів.

Біохімічне споживання кисню (БСК).

Цей показник характеризує кількість кисню, необхідного для розкладання органічних речовин мікроорганізмами. Підвищений рівень БСК свідчить про значне органічне забруднення води та може призводити до зниження концентрації кисню.

Вміст важких металів.

Особливу небезпеку становить наявність у воді таких металів, як кадмій, свинець і ртуть. Вони можуть накопичуватися в організмах водних тварин і передаватися через харчові ланцюги, що створює ризик для здоров'я людини.

Рівень бактеріального забруднення.

Наявність великої кількості бактерій, зокрема коліформних, свідчить про можливе фекальне забруднення води. Такі мікроорганізми можуть

спричиняти інфекційні захворювання, тому регулярний бактеріологічний контроль є необхідним для забезпечення безпеки водних ресурсів [19].

Результати екологічного контролю

За результатами проведених досліджень встановлено, що екологічний стан вод Київського водосховища залишається нестабільним. У деяких районах фіксуються підвищені концентрації забруднювальних речовин, зниження рівня розчиненого кисню та активний розвиток процесів евтрофікації. Значна частина водойм потребує заходів з очищення та відновлення природних екосистем.

Особливо помітним є погіршення якості води у літній період, коли підвищується температура води та знижується її рівень. Такі умови сприяють активному розвитку водоростей і порушенню кисневого балансу у водному середовищі .

У зв'язку з цим необхідно посилити природоохоронні заходи, зокрема, удосконалити технології очищення стічних вод, обмежити надходження забруднюючих речовин та розширити систему екологічного моніторингу. Також важливим є підвищення рівня екологічної свідомості населення та водокористувачів.

Таким чином, забезпечення стабільного екологічного стану Київського водосховища потребує впровадження комплексних заходів, спрямованих на збереження водних ресурсів і зменшення антропогенного впливу на водні екосистеми [20].

РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Фізико-географічна характеристика Київського водосховища

Київське водосховище є однією з найбільших штучних водойм України та має важливе стратегічне значення для екологічної, економічної та соціальної сфери країни.

Розташоване на середній течії річки Дніпра, воно було створене у 1960–1966 роках в результаті будівництва Київської гідроелектростанції, з метою забезпечення багатофункціонального використання водних ресурсів.

Основні характеристики Київського водосховища:

- *Площа водного дзеркала* — близько 922 км², що робить його одним із найбільших за площею в Україні.
- *Об'єм води* — приблизно 3,7 млрд м³, що забезпечує суттєвий запас водних ресурсів.
- *Довжина* — близько 110 км, що простягається від Київської ГЕС до міста Прип'ять.
- *Середня ширина* — близько 12 км, зі значним розширенням у деяких місцях.
- *Середня глибина* коливається від 4 до 6 метрів, хоча в деяких ділянках може досягати і більших показників.

Функціональне призначення Київського водосховища:

- *Забезпечення централізованого водопостачання* для населення та промисловості Київської області та столиці.
- *Регулювання стоку річки Дніпра* для попередження паводків і забезпечення стабільного водного режиму.
- *Гідроенергетика* — виробництво електроенергії на Київській ГЕС, що є важливою складовою енергетичної системи регіону [21].

- *Рибне господарство*, яке включає розведення промислових видів риби і підтримання біорізноманіття.

- *Рекреаційна діяльність* — водосховище широко використовується для туризму, відпочинку та спорту.

Проте поряд із значними перевагами створення водосховища спричинило й низку серйозних екологічних проблем. Основними серед них є:

- *Забруднення водних ресурсів* як наслідок скидання побутових і промислових стоків без належного очищення;

- *Евтрофікація*, тобто надмірне збагачення води поживними речовинами, що призводить до масового розростання синьо-зелених водоростей і подальшого дефіциту кисню у воді;

- *Деградація природних екосистем* — затоплення територій призвело до знищення природних ландшафтів, втрати середовищ існування багатьох видів рослин і тварин;

- *Накопичення донних відкладень*, які часто містять токсичні речовини, ускладнюючи екологічну ситуацію;

- *Зміна гідрологічного режиму* регіону, що негативно вплинула на стан прилеглих боліт, лісів та інших природних комплексів.

Таким чином, Київське водосховище є важливим об'єктом водного господарства, проте його функціонування потребує ретельного екологічного моніторингу та розробки заходів для мінімізації негативного антропогенного впливу на довкілля [22].

Таблиця 2.1. Показники якості води за санітарними нормами України [24]

Показник	Норма	Одиниця виміру
Кольоровість	≤ 20	градусів
Запах	≤ 2	бали
Вміст заліза	$\leq 0,3$	мг/дм ³
Загальні солі	≤ 1000	мг/дм ³
Вміст свинцю	$\leq 0,01$	мг/дм ³

Таблиця 2.2 Екологічний стан водних об'єктів Київської області та якість вод в них за гідробіологічними показниками у 2013 році [24]

Клас якості вод	Ступінь забруднення вод	Індекс сапробності за Пантле та Букком	Біотичний індекс	Показники гідробіологічних спостережень:
1	Дуже чисті	Менше 1,00	10-8	ФП- фітопланктон ЗП-зоопланктон ЗБ-макрозообентос
2	Чисті	1,00-1,50	7-5	
3	Помірно забрудненні	1,51-2,50	4-3	
4	Забрудненні	2,51-3,50	2-1	
5	Брудні	3,51-4,00	1-0	
6	Дуже брудні	більше 4,00	0	

Київське водосховище відіграє вирішальну роль у забезпеченні стабільності водного балансу регіону та формуванні сприятливих умов для соціально-економічного розвитку. Його експлуатація дозволяє підтримувати рівень води у Дніпрі на необхідних для навігації та водопостачання показниках, що особливо важливо для таких великих міст, як Київ [23].

Ключові екологічні виклики Київського водосховища включають:

- Забруднення органічними та неорганічними речовинами.

Істотний вплив мають забруднення, що надходять із сільськогосподарських угідь, міст і промислових підприємств. Зокрема, у воду потрапляють залишки добрив, нафтопродуктів, важкі метали та інші токсичні сполуки.

- Підвищення рівня радіоактивного забруднення після аварії на Чорнобильській АЕС. Київське водосховище опинилося у зоні впливу радіоактивних випадіннь, що потребує постійного контролю за вмістом цезію-137 та стронцію-90 у воді й донних відкладах.

- Суттєві зміни гідробіологічних процесів. Порушення природного режиму течій призвело до зниження самоочисної здатності водойми. Це сприяло накопиченню забруднювальних речовин у донних шарах і спричинило зміну видового складу водної флори й фауни.

- Проблеми з обмілінням та заростанням окремих частин водосховища, особливо в літній період, що впливають на якість води та обмежують можливості її використання для питних і господарських потреб.

- Евтрофікація є одним із найсерйозніших наслідків антропогенного впливу на екосистему водосховища. Надлишок біогенних речовин, передусім азоту та фосфору, сприяє масовому розвитку синьо-зелених водоростей (ціанобактерій). Це призводить до зниження прозорості води, зменшення кількості розчиненого кисню та, як наслідок, загибелі риб і інших водних організмів [24].

Соціально-економічні аспекти впливу Київського водосховища:

Водосховище створює умови для розвитку енергетики, транспорту, водопостачання, туризму та рибальства, які є важливими складовими місцевої економіки.

Водночас зниження якості води негативно впливає на здоров'я населення та обмежує можливості рекреаційного використання території [9].

Для покращення екологічного стану Київського водосховища необхідно впроваджувати комплекс заходів, серед яких особливого значення набувають:

- будівництво та модернізація очисних споруд;
- зменшення застосування хімічних добрив у сільському господарстві;
- створення прибережних захисних смуг;
- регулярний екологічний моніторинг та проведення наукових досліджень;

- розвиток екологічної освіти та підвищення обізнаності населення щодо проблем водних ресурсів.

Отже, Київське водосховище є унікальним водогосподарським об'єктом, який одночасно виступає джерелом багатьох благ та зоною значних екологічних ризиків. Розумне та екологічно орієнтоване управління його ресурсами є критично важливим для забезпечення сталого розвитку регіону [26].

2.2. Методика дослідження

Методика дослідження Київського водосховища

Дослідження екологічного стану Київського водосховища проводиться з використанням комплексу гідрологічних, гідрохімічних, гідробіологічних та екологічних методів.

Основною метою таких досліджень є визначення рівня забруднення води, оцінка стану водної екосистеми та виявлення основних факторів антропогенного впливу на водний об'єкт [25].

Першим етапом дослідження є *відбір проб води* у різних частинах водосховища. Проби відбираються на різних глибинах і в різних точках водойми, зокрема в прибережній зоні, центральній частині водосховища та поблизу місць можливого надходження забруднюючих речовин. Відбір проб здійснюється відповідно до стандартних методик гідрохімічних досліджень [27].

Наступним етапом є *визначення фізико-хімічних показників води*. До основних параметрів, які аналізуються під час дослідження, належать температура води, рівень кислотності (рН), електропровідність, вміст розчиненого кисню, біохімічне споживання кисню (БСК), хімічне споживання кисню (ХСК), а також концентрації основних іонів та біогенних елементів (нітратів, нітритів, амонію та фосфатів).

Ці показники дозволяють оцінити ступінь забруднення води та її придатність для господарського використання.

Важливою складовою досліджень є визначення вмісту токсичних речовин, зокрема важких металів (свинець, кадмій, ртуть, мідь), нафтопродуктів, пестицидів та інших небезпечних сполук. Аналіз таких речовин проводиться за допомогою лабораторних методів, зокрема атомно-абсорбційної спектрометрії, хроматографії та спектрофотометрії [28].

Окрім гідрохімічних досліджень, проводяться гідробіологічні дослідження, які передбачають вивчення складу та чисельності фітопланктону, зоопланктону й донних організмів. Аналіз біологічних показників дозволяє оцінити стан водної екосистеми та визначити рівень її антропогенного навантаження.

Також проводиться дослідження донних відкладів, оскільки саме в них накопичується значна частина забруднювальних речовин. Аналіз складу донних відкладів дає змогу оцінити довготривалі процеси забруднення водосховища [30].

Важливою частиною методики є порівняння отриманих результатів з нормативними показниками якості води, встановленими екологічним законодавством України.

На основі отриманих даних проводиться оцінка екологічного стану водосховища та визначаються основні джерела забруднення.

Таким чином, комплексне використання гідрохімічних, гідробіологічних та екологічних методів дозволяє отримати повну інформацію про стан Київського водосховища та визначити основні напрями його екологічного відновлення [26].

2.3. Місце проведення дослідження

Відбір проб води здійснювали у вересні 2025 року на відстані 1,5–2,0 м від берега, повністю занурюючи ємність на глибину 0,4–1,0 м. Для визначення гідрохімічних показників використовували скляні банки об'ємом 3 л.

Перед відбором проб кришки багаторазово промивали (5 разів). Ємності наповнювали до країв, не залишаючи повітряного простору, після чого нумерували згідно з протоколом відбору проб. Кожен пункт спостереження складався з 3 окремих точок відбору води.

Оцінку якісного стану води у водосховищі здійснювали на основі разових вимірів гідрохімічних показників, що відповідають встановленим нормативним вимогам.

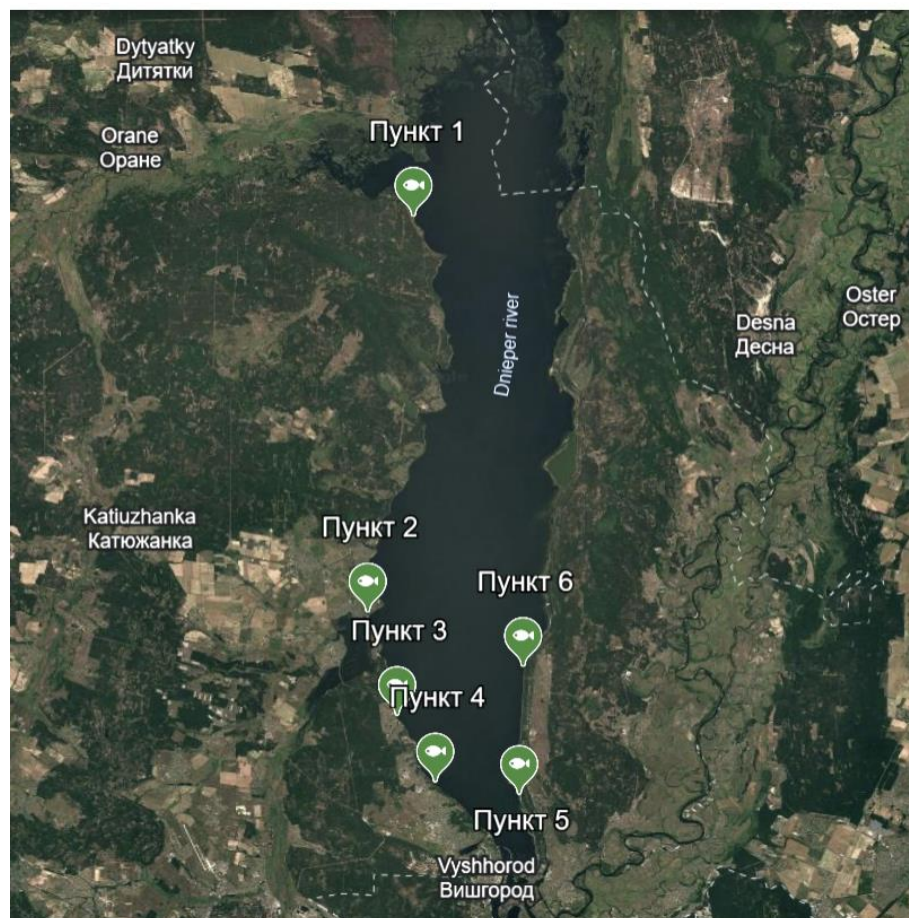


Рисунок 2.1. Місце відбору проб води

2.3. Місце проведення дослідження

Відбір проб води проводився у вересні 2025 року в межах Київського водосховища у шести пунктах спостереження, розташованих у різних за характером антропогенного навантаження ділянках водойми. Вибір пунктів дослідження здійснювався з урахуванням можливих джерел впливу на якість води, серед яких комунальні стоки, сільськогосподарська діяльність, рекреаційне навантаження, транспортна інфраструктура та діяльність підприємств. Це дозволило оцінити вплив різних типів антропогенного навантаження на екологічний стан Київського водосховища.

Пункт 1 – Дніпровсько-Тетерівський заповідник, с. Сухолуччя.

Дана ділянка характеризується відносно низьким рівнем урбанізованого навантаження та значною часткою природних територій. Поблизу розташовані лісові масиви, природоохоронні території та мисливські угіддя. Основними потенційними джерелами впливу є рекреаційна діяльність, локальні побутові стоки від приватної забудови та поверхневий змив органічних речовин із прибережної території. У періоди інтенсивних опадів можливе надходження біогенних речовин із прилеглих ґрунтів і лісових масивів. Водночас ця ділянка вважається однією з найменш антропогенно трансформованих у межах дослідження.

Пункт 2 – с. Козаровичі, поблизу гирла річки Ірпінь.

Ця ділянка зазнає значного антропогенного навантаження через вплив річки Ірпінь, яка приносить до Київського водосховища забруднюючі речовини з урбанізованих територій і сільськогосподарських угідь басейну. Поблизу розташовані орні землі, фермерські господарства та приватна житлова забудова. Основними прогнозованими джерелами впливу є поверхневий змив мінеральних добрив і пестицидів із сільськогосподарських полів, побутові стічні води та дифузне забруднення з територій населених пунктів. Крім того, гирлові ділянки річок є зонами накопичення завислих речовин і біогенних елементів.

Пункт 3 – с. Лютіж, Вишгородський район, Київська область.

Район села Лютіж характеризується поєднанням житлової забудови, рекреаційної інфраструктури та сільськогосподарських територій. Поблизу розташовані приватні домоволодіння, бази відпочинку, а також комунальні підприємства. За даними досліджень, до потенційних джерел забруднення у цій зоні належать підприємства агропромислового комплексу, фермерські господарства та комунальні служби, зокрема підприємства типу «Лютіжкомунгосп» і господарства тваринницького напрямку. Основний вплив пов'язаний із надходженням органічних речовин, сполук азоту та фосфору, що сприяють розвитку евтрофікації водосховища.

Пункт 4 – с. Нові Петрівці, Вишгородський район, Київська область. Досліджувана ділянка розташована у зоні активної урбанізації та транспортного навантаження, пов'язаних з близькістю до міста Києва та інтенсивною забудовою території. Поблизу розташовані автомобільні дороги, житлові комплекси, рекреаційні об'єкти та об'єкти малого бізнесу. Основними джерелами потенційного впливу є поверхневий стік із урбанізованих територій, нафтопродукти, побутові стічні води та тверді побутові відходи. Значний вплив також має рекреаційне навантаження у літній період, пов'язане з відпочинком населення на узбережжі водосховища.

Пункт 5 – м. Вишгород, зона Київської ГЕС, район питного водозабору. Ця ділянка є однією з найбільш важливих у господарському та екологічному відношенні, оскільки розташована поблизу Київської ГЕС та району питного водозабору. Тут спостерігається значний техногенний вплив, пов'язаний із функціонуванням гідротехнічних споруд, інтенсивним судноплавством, транспортною інфраструктурою та міською забудовою. Потенційними джерелами забруднення є комунальні стоки міста Вишгорода, поверхневий змив із урбанізованих територій, забруднення нафтопродуктами та зміна гідрологічного режиму внаслідок роботи

гідроелектростанції. Особливу небезпеку становить можливе накопичення забруднювальних речовин у донних відкладах поблизу дамби.

Пункт 6 – с. Лебедівка, Вишгородський район, Київська область.

Район Лебедівки характеризується значним рекреаційним навантаженням та наявністю приватної житлової забудови, туристичних комплексів і баз відпочинку. Поблизу також розташовані сільськогосподарські угіддя та дачні кооперативи. Основними прогнозованими джерелами впливу є побутові стічні води, поверхневий змив із прибережних територій, органічне забруднення та надходження біогенних речовин із ґрунтів і приватних господарств. У літній період значний вплив має сезонне збільшення рекреаційного навантаження, що може сприяти погіршенню санітарного стану води.

РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ

3.1. Оцінка якості води за гідрохімічними показниками

На основі отриманих результатів лабораторних досліджень було проведено комплексний аналіз якості води за гідрохімічними показниками з подальшим порівнянням отриманих значень із нормативами ДСТУ 4808:2007, що регламентує вимоги до якості води джерел централізованого водопостачання.

Гідрохімічні показники є важливими індикаторами екологічного стану водних об'єктів, оскільки дозволяють оцінити рівень природного та антропогенного навантаження, а також визначити придатність води для різних видів використання. До основних досліджених показників належать водневий показник (рН), перманганатна окисність, концентрації гідрокарбонат-іонів, амонію, нітратів, нітритів та фосфатів.

Аналіз значень водневого показника (рН) показав, що у всіх досліджених зразках він знаходиться в межах допустимих значень і коливається від 7,25 до 8,12. Такі значення свідчать про слабколужну реакцію води, що є характерною для більшості природних водних об'єктів і не становить загрози для водних організмів. Стабільність показника рН також вказує на відсутність значних кислотних або лужних забруднень та підтверджує відносну збалансованість гідрохімічного складу води.

Концентрація гідрокарбонат-іонів у всіх досліджених зразках знаходиться в межах нормативних значень. Гідрокарбонати відіграють важливу роль у формуванні буферної ємності води, забезпечуючи стабільність кислотно-лужної рівноваги. Їх відповідність нормативам свідчить про відносну стабільність природних процесів у водному середовищі та відсутність значного порушення гідрохімічного балансу.

Показники перманганатної окисності у більшості зразків перебувають у межах допустимих значень, що вказує на відносно невисокий вміст органічних речовин у воді. Водночас у зразку №6 спостерігається значення, наближене до верхньої межі нормативу. Це може свідчити про підвищене надходження органічних речовин природного або антропогенного походження, зокрема внаслідок поверхневого змиву, розкладу органічних залишків або скиду стічних вод.

Разом з тим, у ряді зразків встановлено перевищення окремих гідрохімічних показників, що свідчить про наявність антропогенного впливу на водне середовище.

Зокрема, концентрація амонію перевищує нормативні значення у зразках №1 та №6. Амоній є одним із показників свіжого органічного забруднення, оскільки утворюється внаслідок розкладу азотовмісних органічних речовин. Його підвищені концентрації можуть бути пов'язані з надходженням побутових стічних вод, відходів тваринництва або недостатньо очищених каналізаційних стоків. Наявність амонію у воді також може свідчити про порушення процесів самоочищення водного об'єкта.

Підвищений вміст нітритів зафіксовано у зразках №3, №4 та №6. Нітрити є проміжними продуктами процесу нітрифікації і, як правило, не накопичуються у значних кількостях у природних водах. Їх підвищений вміст свідчить про неповний перебіг процесів окиснення амонію до нітратів, що може бути зумовлено дефіцитом розчиненого кисню або значним органічним навантаженням. Крім того, нітрити можуть бути індикатором нещодавнього фекального забруднення, що становить потенційну небезпеку для водних екосистем і здоров'я людини.

Концентрація нітратів у більшості досліджених зразків формально відповідає встановленим інтервалам, однак їх підвищені значення, зокрема у зразках №3 та №6, свідчать про антропогенний вплив. Основними

джерелами надходження нітратів є мінеральні добрива, що використовуються у сільському господарстві, а також процеси мінералізації органічних речовин. Підвищений вміст нітратів може призводити до евтрофікації водних об'єктів та погіршення їх екологічного стану.

Концентрація фосфатів перевищує нормативні значення у більшості досліджених зразків (№2, №3, №4, №6). Фосфати є важливими біогенними елементами, які обмежують розвиток водної рослинності, однак їх надлишок призводить до інтенсивного розвитку водоростей та процесів евтрофікації. Основними джерелами надходження фосфатів є синтетичні мийні засоби, побутові стічні води та змив мінеральних добрив із сільськогосподарських угідь.

У зразку №6 значення перманганатної окисності наближається до верхньої межі нормативу, що додатково підтверджує підвищений вміст органічних речовин та свідчить про комплексне забруднення води.

Таким чином, результати аналізу гідрохімічних показників свідчать про загалом задовільний стан води за основними параметрами, однак наявність перевищень за окремими показниками (амоній, нітрити, фосфати) вказує на антропогенне навантаження. Основними причинами таких відхилень є надходження побутових і сільськогосподарських стічних вод, поверхневий змив забруднюючих речовин, а також недостатня ефективність процесів природного самоочищення водних об'єктів.

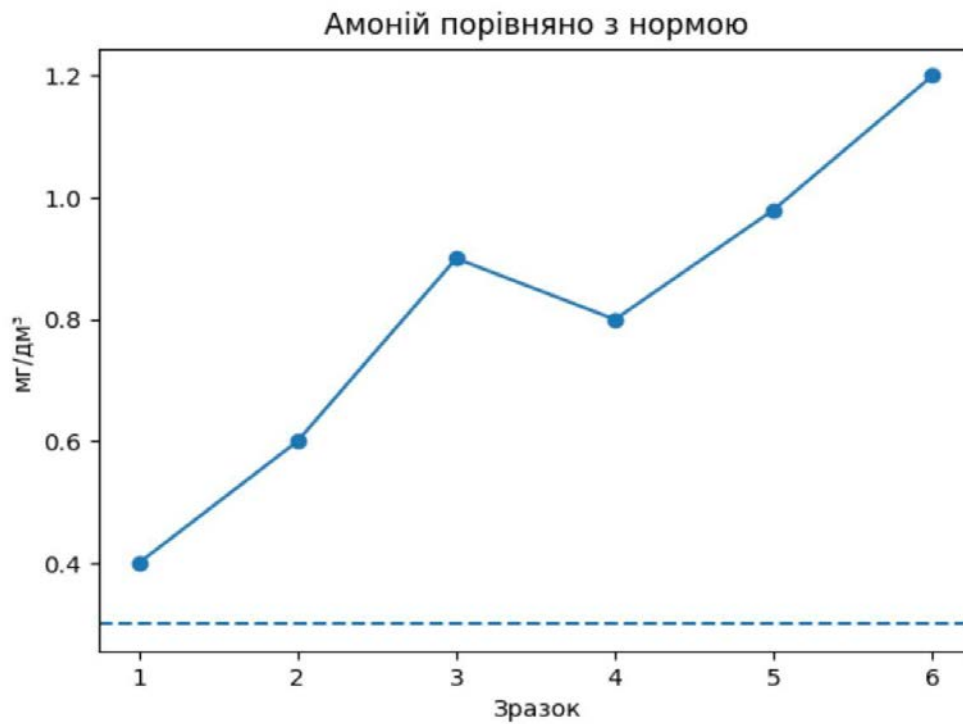


Рисунок 3.1. Порівняння іон-амонію з нормативними даними

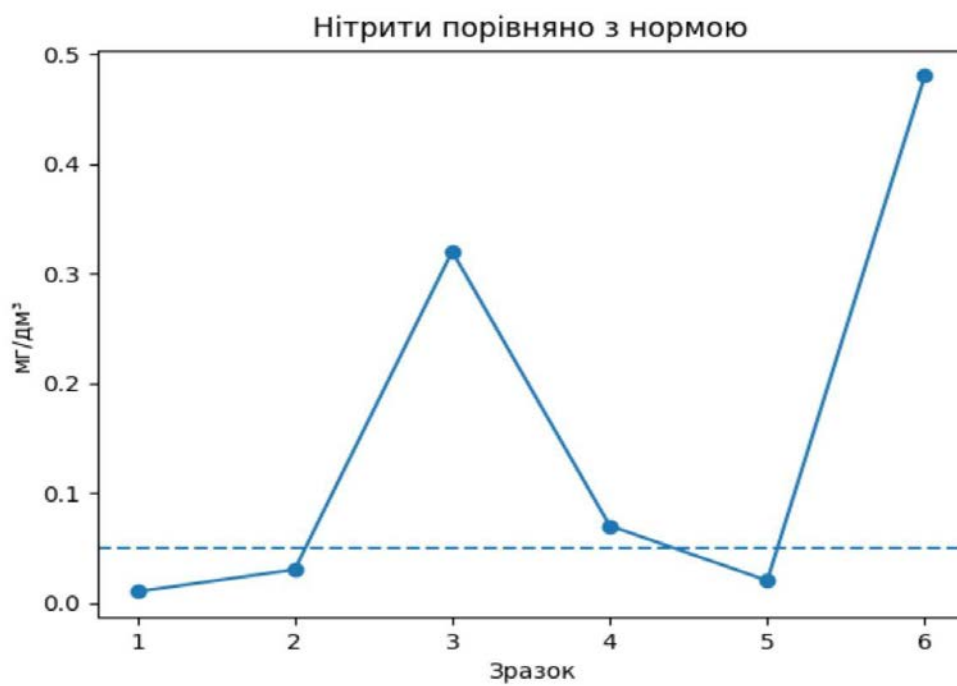


Рисунок 3.2. Порівняння іон-нітритів з нормативними даними

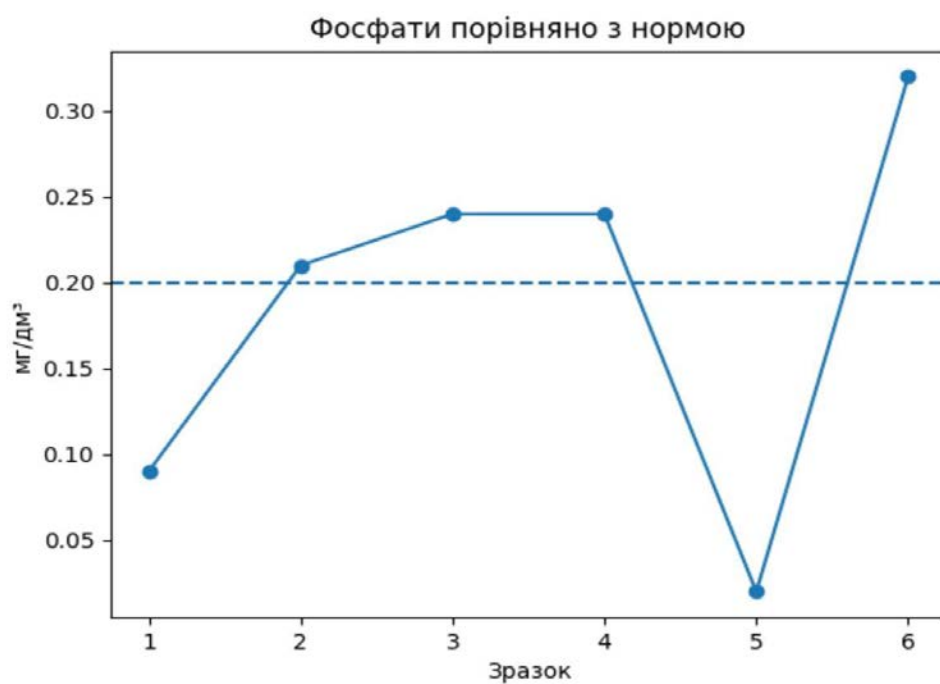


Рисунок 3.3. Порівняння фосфат-іонів з нормативними даними

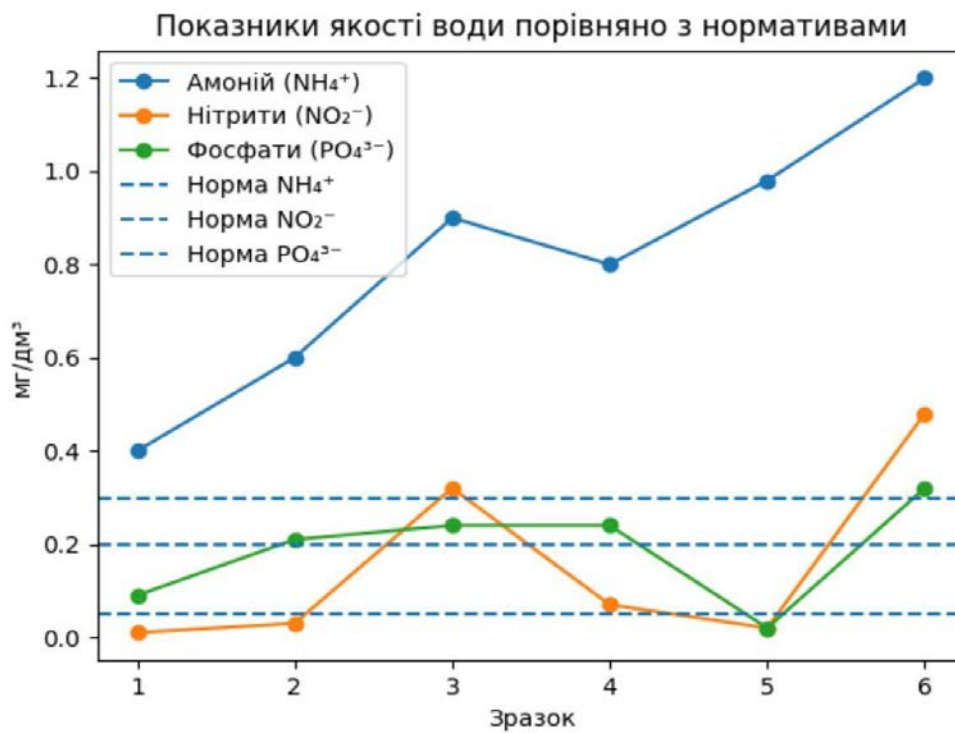


Рисунок 3.4. Показники якості води порівняно з нормативними даними

3.2. Оцінка якості води за санітарно-епідеміологічними показниками

Санітарно-епідеміологічна оцінка якості води є важливою складовою комплексного аналізу стану водних ресурсів, оскільки дозволяє визначити рівень мікробіологічного забруднення та потенційну небезпеку для здоров'я населення. До основних санітарно-епідеміологічних показників належать мікробіологічні характеристики, зокрема наявність і концентрація бактерій індикаторних груп, що свідчать про можливе фекальне забруднення.

Аналіз отриманих результатів показав наявність суттєвих відхилень від нормативних значень за окремими показниками. Зокрема, у всіх досліджених зразках встановлено значне перевищення допустимого рівня ентерококів. Найвищі значення зафіксовано у зразку №5, де концентрація цих мікроорганізмів досягає критичного рівня.

Ентерококи є важливими індикаторними мікроорганізмами, які широко використовують для оцінки санітарного стану води. Їхня наявність у підвищених концентраціях свідчить про фекальне забруднення, оскільки ці бактерії входять до складу мікрофлори кишечника людини та теплокровних тварин. Високий рівень ентерококів у воді вказує на можливе потрапляння неочищених або недостатньо очищених господарсько-побутових стічних вод, а також на вплив тваринницьких господарств або несанкціонованих скидів.

Слід зазначити, що ентерококи є більш стійкими до впливу факторів навколишнього середовища порівняно з іншими бактеріями індикаторних груп, зокрема кишковою паличкою. Тому їх виявлення навіть у відсутності інших патогенних мікроорганізмів може свідчити про давніше або хронічне забруднення водного середовища.

Водночас інші санітарно-епідеміологічні показники перебувають у межах нормативних значень. Зокрема, загальна кількість лактозопозитивних кишкових паличок (*coli*-індекс) у всіх досліджених зразках не перевищує допустимих рівнів, що свідчить про відносно низький

рівень свіжого бактеріального забруднення. Бактерії родини *Enterobacteriaceae* та представники роду *Salmonella* у досліджених пробах не виявлені, що відповідає встановленим гігієнічним вимогам і свідчить про відсутність безпосередньої загрози інфекційних захворювань.

Однак, незважаючи на відсутність окремих патогенних мікроорганізмів, загальний санітарно-епідеміологічний стан води слід оцінювати як незадовільний у зв'язку зі значним перевищенням показників ентерококів. Це свідчить про наявність фекального забруднення та потенційний ризик для здоров'я населення у разі використання такої води без попереднього очищення й знезараження.

Узагальнення результатів дослідження показує, що якість води характеризується помірним рівнем гідрохімічного забруднення та значним санітарно-епідеміологічним навантаженням. Виявлені підвищені концентрації амонію, нітритів і фосфатів у поєднанні з високим рівнем ентерококів свідчать про комплексний антропогенний вплив на водне середовище.

Основними джерелами такого забруднення є скиди побутових і сільськогосподарських стічних вод, поверхневий злив забруднюючих речовин із урбанізованих територій, а також недостатня ефективність або відсутність належних систем очищення води. Значну роль також можуть відігравати природні фактори, зокрема гідрологічні умови та сезонні коливання, які впливають на процеси самоочищення водних об'єктів.

Таким чином, результати аналізу свідчать про необхідність посилення контролю за якістю води, впровадження ефективних заходів очищення та запобігання забрудненню водних ресурсів. Особливу увагу слід приділяти зменшенню надходження фекальних забруднень, що є ключовим фактором погіршення санітарно-епідеміологічного стану води.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання бакалаврської роботи було здійснено комплексне дослідження екологічного стану Київського водосховища, визначено основні джерела його забруднення, проаналізовано фізико-географічні особливості об'єкта, а також проведено оцінку якості води за гідрохімічними та санітарно-епідеміологічними показниками. Узагальнення отриманих результатів дає змогу сформулювати такі висновки.

Проведений аналіз наукових джерел і нормативної бази засвідчив, що проблема забруднення поверхневих вод є однією з найактуальніших екологічних проблем сучасності. Відповідно до положень Водного кодексу України, ДСТУ 4808:2007 та рекомендацій World Health Organization, якість води безпосередньо впливає на стан здоров'я населення та функціонування екосистем. Основними джерелами забруднення водних об'єктів є промислові скиди, сільськогосподарські стоки, комунальні відходи та атмосферне перенесення забруднювальних речовин. Це узгоджується з дослідженнями вітчизняних і зарубіжних науковців, які наголошують на комплексному характері антропогенного впливу на водні екосистеми.

У ході дослідження встановлено, що Київське водосховище є важливим стратегічним об'єктом, який виконує низку функцій: водопостачання, гідроенергетика, регулювання стоку річки Дніпра, рибне господарство та рекреація. Водночас значне антропогенне навантаження призводить до погіршення його екологічного стану. Серед основних проблем визначено евтрофікацію, замулення, накопичення токсичних речовин, зниження біорізноманіття та порушення гідрологічного режиму. Додатковим чинником негативного впливу є наслідки Чорнобильської катастрофи, що зумовлюють необхідність постійного радіоекологічного контролю.

Результати власних досліджень, наведених у роботі , показали, що за гідрохімічними показниками вода загалом відповідає нормативним вимогам за основними параметрами (рН, гідрокарбонати, перманганатна окисність), що свідчить про відносну стабільність природних процесів у водному середовищі. Однак виявлені перевищення концентрацій амонію, нітритів і фосфатів у ряді проб свідчать про антропогенний вплив. Основними причинами такого забруднення є надходження побутових стічних вод, змив мінеральних добрив із сільськогосподарських угідь і недостатня ефективність очисних споруд.

Проте за результатами санітарно-епідеміологічного аналізу встановлено значне перевищення концентрації ентерококів у всіх досліджених зразках води, що є прямим індикатором фекального забруднення.

Водночас відсутність патогенних мікроорганізмів, таких як *Salmonella*, свідчить про відсутність гострої епідеміологічної загрози. Проте загальний санітарний стан води слід оцінювати як незадовільний, що відповідає висновкам United Nations Environment Programme щодо глобального зростання мікробіологічного забруднення водних ресурсів.

Аналіз отриманих результатів підтверджує, що основними джерелами забруднення Київського водосховища є:

- комунальні стічні води, що містять органічні речовини та патогенні мікроорганізми;
- сільськогосподарські стоки, насичені біогенними елементами (азот і фосфор);
- промислові викиди, що включають важкі метали та токсичні сполуки;
- поверхневий змив із урбанізованих територій.

Встановлено, що сукупна дія цих факторів призводить до розвитку евтрофікації, зниження вмісту розчиненого кисню, порушення процесів

самоочищення та деградації водної екосистеми. Отримані результати узгоджуються з положеннями European Environment Agency, які підкреслюють, що надлишок біогенних речовин є ключовим чинником погіршення якості поверхневих вод у Європі.

Також у цій роботі зазначено, що екологічний стан Київського водосховища є нестабільним і потребує впровадження комплексних природоохоронних заходів. До основних напрямів покращення ситуації належать: – модернізація та будівництво ефективних очисних споруд; – зменшення використання агрохімікатів у сільському господарстві; – створення прибережних захисних смуг; – посилення державного екологічного контролю; – впровадження системи постійного моніторингу якості води; – підвищення екологічної свідомості населення.

Крім того, важливим є впровадження інтегрованого управління водними ресурсами відповідно до принципів Водної рамкової директиви Європейського Союзу, що передбачає досягнення «доброго екологічного стану» водних об'єктів.

Отже, у ході дослідження підтверджено, що Київське водосховище зазнає значного антропогенного навантаження, яке негативно впливає на його екологічний стан. Виявлені відхилення гідрохімічних і санітарно-епідеміологічних показників свідчать про необхідність термінового впровадження ефективних заходів з охорони та відновлення водних ресурсів. Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості їх використання для вдосконалення системи екологічного моніторингу та розробки природоохоронних програм регіонального рівня.

Таким чином, поставлена мета роботи досягнута, а завдання виконані в повному обсязі. Отримані результати мають як наукове, так і практичне значення та можуть бути використані у подальших дослідженнях та під час формування екологічної політики у сфері охорони водних ресурсів України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Романенко В. Д. Основи гідроекології: підручник. Київ: Обереги, 2001. 728 с. ISBN 966-513-016-1.
2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Київ, 2021. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>.
3. Куровська А.В. Евтрофікація Київського водосховища України: огляд питання. DOI: [https://doi.org/10.31548/biologiya15\(1\).2024.005](https://doi.org/10.31548/biologiya15(1).2024.005).
4. Стратегія управління водними ресурсами України до 2050 року. Міндовкілля, 2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>.
5. Строкаль В. П., Ковпак А. В. Екологічний стан природних вод суббасейну Верхнього Дніпра та Десни: показники якості води і можливі причини їх погіршення. Біологічні системи: теорія та інновації. 2021. Т. 12 (2). С. 24–40. DOI: <https://doi.org/10.31548/biologiya2021.02.003>.
6. Строкаль В. П., Ковпак А. В. Вплив антропогенного навантаження на водойми Київського водосховища (повідомлення 2: якість води та джерела забруднення). Біологічні системи: теорія та інновації. 2022. Т. 13 (3–4). С. 46–66. DOI: [https://doi.org/10.31548/biologiya13\(3-4\).2022.073](https://doi.org/10.31548/biologiya13(3-4).2022.073).
7. Ковпак А. В., Строкаль В. П. Наслідки змін клімату для водних ресурсів України: теоретичні аспекти. Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку: III Міжнародна науково-практична конференція, м. Херсон, 22–23 жовтня 2020 року: тези доповіді. Херсон, 2020. С. 299–302. URL: <http://ksau.kherson.ua/news/5509-2020-10-23-3.html> /.
8. Ковпак А. В., Чорна Т. С., Строкаль В. П. Визначення основних водно-екологічних проблем на прикладі Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни України. Екологія філософія існування людства: VII

Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, м. Київ, 21–22 квітня 2021 року: тези доповіді. Київ, 2021. С. 85–87. URL: <https://nubip.edu.ua/node/91237>.

9. Строкаль В.П., Ковпак А.В. (2022). Вплив антропогенного навантаження на водойми Київського водосховища (повідомлення 1: гідрологічний, геологічний та біологічний режими функціонування). Науковий журнал «Біологічні системи: теорія та інновації», 13(1-2). DOI: [https://doi.org/10.31548/biologiya13\(1-2\).2022.006](https://doi.org/10.31548/biologiya13(1-2).2022.006).

10. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Гребінь В. В. Гідрохімія та радіоекологія річок і водосховищ України. Київ : Ніка-Центр, 2012. 496 с. ISBN 978-966-521-640-3.

11. Куровська А. В. Інтегральне оцінювання екологічного стану води Київського водосховища : дисертація доктора філософії. Київ, 2024. 187 с.

URL: <https://nuwm.edu.ua/nauka/spetsializovani-vcheni-radi/disertatsiji/item/kurovska-anastasiia-volodymyrivna>.

12. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Державний моніторинг поверхневих вод.

URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/voda/derzhavnyj-monitoryng-vod/>.

13. Контроль забруднення вод. Державна екологічна інспекція України. Офіційний сайт. URL: <https://dei.gov.ua>

14. Осадчий В. І., Набиванець Б. Й., Линник П. М. Гідрохімія поверхневих вод України. Київ : Наукова думка, 2008. 656 с.

15. Водний кодекс України: Закон України від 06.06.1995 №213/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-vp>.

16. Хвесик М. А. Екологічні проблеми басейну річки Дніпро та шляхи їх вирішення // Екологія і природокористування. 2013. Вип. 16. С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.14>

17. Плігін Ю. В. Екологічний стан та біорізноманіття водосховищ Дніпровського каскаду. Київ : Інститут гідробіології НАН України, 2012. 180 с. (монографія Інституту гідробіології НАН України, а для таких видань у 2012 році DOI зазвичай не присвоювали.)

18. Постанова Кабінету Міністрів України №758 від 19.09.2018 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-п>

19. Тимченко В. М., Щербак В. І. Евтрофікація водосховищ Дніпровського каскаду та її екологічні наслідки // Гідробіологічний журнал. 2015. Т. 51, № 3. С. 3–15..DOI: (у більшості статей Гідробіологічного журналу до приблизно 2016 року DOI часто відсутній).

20. Дані про якість поверхневих вод. Державне агентство водних ресурсів України. Офіційний сайт. URL: <https://davr.gov.ua>

21. Дані про стан водних ресурсів. Басейнове управління водних ресурсів середнього дніпра. URL: <https://buvrd.gov.ua/vodni-resursy/>

22. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Водні об'єкти України та рекреаційне оцінювання якості води : навч. посіб. Київ : ДІА, 2022. 240 с.

23. Тимченко В. М. Екологія водосховищ Дніпровського каскаду. Київ : Інститут гідробіології НАН України, 2010. 196 с.(Це монографія, а для більшості українських монографій, виданих у 2010 році, DOI не присвоювався.)

24. Щербак В. І., Тимченко В. М. Гідробіологія водойм Дніпровського каскаду. Київ : Інститут гідробіології НАН України, 2014. 394 с.

25. Линник П. М., Жежеря В. А. Біогенні елементи у водах Дніпровських водосховищ. Київ : НАН України, 2015. 178 с.

26. Klochenko P. D., Shevchenko T. F., Barinova S. S., Tarashchuk O. V. Assessment of the ecological state of the Kiev Reservoir by bioindication // Oceanological and Hydrobiological Studies. 2014. Т. 43, № 3. С. 228–236. DOI: 10.2478/s13545-014-0137-8.

27. Zhezheria V. A., Linnik P. M. Nutrients in the water of the reservoirs of the Dnieper cascade after the regulation of the river // Hydrobiological Journal. 2022. T. 58, № 2. С. 79–97. DOI: 10.1615/HydrobJ.v58.i2.70.

28. Жежеря В. А., Линник П. М. Nutrients in the water of the reservoirs of the Dnieper cascade after the regulation of the river // Hydrobiological Journal. 2022. T. 58, № 2. С. 79–97. DOI: 10.1615/HydrobJ.v58.i2.70.

29. Dubnyak S., Shevchenko T. Large and small reservoirs of Ukraine: regional and basin distribution features // Geography and Natural Resources. 2021. T. 42, № 4. С. 354–361. DOI: 10.1134/S1875372821040065.

30. Klochenko P., Shevchenko T., Barinova S., Tarashchuk O. Assessment of the ecological state of the Kiev Reservoir by the bioindication method // Oceanological and Hydrobiological Studies. 2014. T. 43, № 3. С. 228–236. DOI: 10.2478/s13545-014-0137-8.

31. СТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 36 с.

32. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. 4th ed. Geneva : WHO Press, 2017. 541 p.

33. United Nations Environment Programme. Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People. Nairobi : UNEP, 2019. 708 p.

34. European Environment Agency. European waters : Assessment of status and pressures 2018. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2018. 85 p.

35. Державна екологічна інспекція України. Звіт про стан навколишнього природного середовища URL: <https://dei.gov.ua>.

36. European Union. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2000 року про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики (Водна рамкова

директива).URL:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>.

37. Carpenter, S. R., Caraco, N. F., Correll, D. L., Howarth, R. W., Sharpley, A. N., & Smith, V. H. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological applications*, 8(3), 559-568.

38. Whitehead, P. G., Wilby, R. L., Battarbee, R. W., Kernan, M., & Wade, A. J. (2009). A review of the potential impacts of climate change on surface water quality. *Hydrological sciences journal*, 54(1), 101-123.

39. Mujere, N., & Moyce, W. (2018). Climate change impacts on surface water quality. In *Hydrology and water resource management: Breakthroughs in research and practice* (pp. 97-115). IGI Global Scientific Publishing.