

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

06.04 – КМР. 1857 «С». 2021.11.01. 004 ПЗ

НУБІП України

**ІВАНОВОЇ ЄЛИЗАВЕТИ ОЛЕКСАНДРІВНИ**

НУБІП України **2022**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ПОГОДЖЕНО  
Декан факультету  
захисту рослин, біотехнологій та екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри  
екології агросфери та екологічного контролю

\_\_\_\_\_

Коломієць Ю.В.

(підпис)

\_\_\_\_\_

Наумовська О.І.

(підпис)

“ ” 2022 р. “ ” 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Оцінювання рівня забруднення озер рекреаційного призначення міста Київ на прикладі озера Синє»

Спеціальність 101 «Екологія»  
(код і назва)

Освітня програма «Екологічний контроль та аудит»  
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

кандидат педагогічних наук, доцент  
(науковий ступінь та вчене звання)

Строкаль В.П.  
підпис ПІБ

Виконала:

\_\_\_\_\_

підпис

Іванова Є. О.  
ПІБ (прізвище та ініціали)

Київ – 2022 р.

# НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП..... 5

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ..... 7

1.1. Озера як об'єкт дослідження..... 7

1.2. Оцінка забруднення озер..... 8

1.3. Рекреаційне призначення об'єктів..... 14

1.4. Нормативно-правова база..... 17

РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ..... 24

2.1. Характеристика озера Синє м. Київ..... 24

2.1.2. Фізико-географічна характеристика..... 26

2.2. Чинники та фактори впливу на місцевість..... 30

2.3. Методи оцінки забруднення озер рекреаційного призначення..... 34

2.3.1. Фізичні та хімічні методи..... 35

2.3.2. Біологічний метод..... 36

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 39

3.1. Оцінка забруднення оз. Синє..... 39

3.2. Біондикація озера..... 44

3.3. Екологічні заходи та моніторинг..... 59

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ..... 66

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ..... 68

НУБІП України

## РЕФЕРАТ

**Мета** роботи полягала в обґрунтуванні основних антропогенних факторів, які впливають на якість водойми озера Синє (м.Київ).

**Об'єкт дослідження:** оцінювання якості водного середовища о. Синє за придатністю до рекреаційного використання.

**Предмет дослідження:** стан водного середовища озера Синє.

Завдання передбачали:

1. Визначити основні антропогенні фактори, які погіршують стан водойми озера, обґрунтувати їх прямий та опосередкований вплив
2. Провести біоіндикацію прибережної зони озера та її водойми, визначити основні показники
3. Визначити ступінь забруднення озера та його відповідності критеріям рекреаційного призначення
4. Сформулювати висновки та пропозиції

**Актуальність.** В умовах сучасної екологічної ситуації одним з найбільш важливих народногосподарських і соціальних завдань є відпочинок і оздоровлення людей в природному середовищі, орієнтованому на внутрішні рекреаційні ресурси. Одним із таких ресурсів є озера. На сьогодні водні об'єкти, розташовані в межах міста, знаходяться під значним антропогенним навантаженням підприємств та комунально-побутового господарства. Це призводить до їх забруднення, що в свою чергу впливає на придатність для рекреаційного використання. Саме тому визначення екологічного стану озер для виявлення та запобігання негативних змін є актуальним питанням.

Робота містить 70 сторінок, 4 таблиці, 5 рисунків, 51 джерело використаної літератури.

## ВСТУП

Погіршення якості води природних водойм є для України надзвичайно серйозною проблемою. До переважної більшості озер потрапляють недостатньо очищені стоки промислових підприємств, побутові стоки міст і сіл, стоки тваринницьких ферм тощо. І як результат водойми стають непридатними не тільки для пиття, але й для рекреаційних цілей. Дуже важливо знати, яка якість води у водоймах для розробки комплексу заходів органами місцевої влади та громадами щодо покращання екологічної ситуації на водоймах.

Урбанізація, яка інтенсивно розвивається у всьому світі, веде до посилення впливу міст та їхньої інфраструктури на навколишнє природне середовище. Сучасні міста – це комплекси з дуже зміненними компонентами ландшафту, де техногенний елемент значно переважає над природним. Вони асимілюють все більше навколишніх природних об'єктів, у тому числі й водних та коловодних екосистем.

Сучасний гіперактивний розвиток інфраструктури Києва призведе до антропогенного навантаження на водні об'єкти та заплавні природні комплекси. Місто розташоване на території заплави Дніпра та його берегових терас. Розбудова міста та створення Київського і Канівського водоймищ значно порушили гідрологічний режим заплавних комплексів на цих територіях. І, найперше, зникли численні заплавні озера та стариці Дніпра і Десни та заплавні луки, які урізноманітнювали природні комплекси та відігравали важливу роль у збереженні біорізноманіття.

Водні об'єкти міста Києва покращують екологічний стан, слугують важливим рекреаційним ресурсом, а також елементом ландшафтного дизайну. Однак тривале їх господарське використання призвело до забруднення практично всіх водойм і навіть знищення цілих водних екосистем. Серед основних забрудників води та осадів важкі метали відзначаються персистентністю, токсичністю та здатністю мігрувати у трофічних ланцюгах, що створює небезпеку для гідробіонтів та для людини. Така ситуація викликає

НУБІП УКРАЇНИ

тривогу у суспільстві, адже кияни хочуть проживати біля чистих водойм, придатних для відпочинку, купання та риболовлі.

НУБІП УКРАЇНИ

Більшість водойм та водотоків міста частково або повністю трансформовані в результаті людської діяльності, проте є невід'ємним компонентом урболандшафту, кондиціонують міське середовище та мають важливе рекреаційне значення. Разом з тим, водойми міста (як природні, так і штучні), є резерватами численних видів флори та фауни водно-болотного комплексу серед антропогенно зміненого ландшафту.

НУБІП УКРАЇНИ

Озера слугують акумуляторами значної кількості прісної води в глобальному кругообігу води. Джерелом життя озер є поверхневий і підземний стік, атмосферні опади. Озера регулюють стік річок, затримуючи в своїх улоговинах воду під час повені, поступово віддаючи її в інші сезони.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП України

## 1.1. Озера як об'єкт дослідження

Озера є екосистемами, в яких всі компоненти взаємопов'язані. При відсутності зовнішніх впливів озера досягають деякого стану рівноваги з навколишнім середовищем, що з часом призводить до більш-менш стабільному становищу, коли організми, що мешкають в озерах, пристосовуються до існуючих умов. [1]

На прикладі київських озер можна простежити природні умови їх утворення та їх вплив на навколишню місцевість. Вони характеризуються різними гідрологічними та геологічними параметрами, що визначають формування водойм, донних відкладень, водної та прибережної рослинності.

На стан водойми впливає наявна інфраструктура навколо водойми. Охорона його різними формами захисту або відсутність господарської діяльності та віддаленість від автомобільних доріг сприяє натуралізації озерної системи.

Більшість озер у даний час є водоймами з каламутною водою (прозорість до 0,5 м), порушеною прибережною зоною. Проведена реконструкція деяких із них без паралельної рекультивації надовго залишає ці водойми без гідротитів. Все це погіршує естетичний вигляд водойм і робить їх непривабливими для рекреації.

З огляду на людський фактор, озера характеризуються швидкою і чутливою реакцією на будь-які зміни зовнішнього середовища. Незначні порушення встановлених екологічних умов вододілу протягом відносно короткого періоду часу можуть вплинути на водний режим озера, кількість мінеральних та органічних речовин, що надходять, умови життя організмів, заростання та осадо накопичення, що призводить до погіршення загального екологічного стану.

У місті Києві близько 430 водойм, у тому числі 129 озер, 102 ставки, 43 невеликі штучні водойми, 27 каналів, 9 річок, 28 струмків, 2 протоки та 24

затоки. Загальна площа водного дзеркала становить понад 2000 га (без урахування акваторії Дніпра).

Сьогодні в місті Києві налічується 129 озер, які відрізняються за походженням, морфологічними характеристиками та ступенем впливу людини.

Міські озера відіграють важливу роль у формуванні екологічного благополуччя столиці. Водні об'єкти міста Київ використовуються для риборозведення, рекреації або входять до складу природно-ландшафтних парків чи зон відпочинку міста. Практично всі водойми зазнали техногенної

трансформації гідрологічного режиму, евтрофування, забруднення промислово-побутовими та зливовими стоками.[2] Ступінь урбанізації вплинув на різноманіття водних організмів київських озер, що призвело до остаточного зникнення деяких видів із флори та фауни водної екосистеми та зниження стійкості самої екосистеми до дії негативних факторів.

## 1.2. Оцінка забруднення озер

Забруднення озер є дуже серйозною проблемою. Була розроблена повна наука про відновлення озер, яка в основному базується на емпіричних взаємозв'язках, що пов'язують такі показники, як чисельність водоростей і прозорість води, з концентрацією фосфору в озерній воді. У деяких районах забір води з озер регламентований. Застосування пестицидів ретельно вивчають.

Озера рідко перебувають у стані рівноваги. Навпаки, вони часто використовуються як джерела води для зрошення, питної води, для сільськогосподарських потреб або ж для скидання таких продуктів сучасної цивілізації, як стічні води підприємств, злизові та сільськогосподарські стоки.

Озера забруднюються все зростаючою кількістю пестицидів, гербіцидів і потрапляють у воду з повітря органічних сполук, таких, як поліхлоровані біфеніли, а також кислотними дощами, що утворюються в результаті викидів



забруднюючих речовин двигунами автомобілів і тепловими електростанціями.

У них проникають чужі їм види рослин і тварин, що заносяться рибалками на днищах судів та іншими випадковими способами. Загрозливі розміри приймає

евтрофікація. У деяких випадках великі, мають господарське значення озера знаходяться навіть під загрозою повного зникнення. [1]

Забруднення озер відбувається також через забруднення прилеглих ландшафтів. Це відчутної шкоди завдає забруднення атмосфери. Під час випадання опадів всі забруднювачі потрапляють у водойми, погіршуючи стан

екосистем. Також існує чергова екологічна проблема – насичення водойм

біогенними елементами. Слід зазначити, що у кожного озера існує свій ряд проблем. [3]

Водні об'єкти в урбанізованих районах завжди піддаються великому ризику. Це викликано різними видами забруднень, які потрапляють безпосередньо у водні шляхи та водойми.

Забруднення води призводить до руйнування та ослаблення екосистеми водойми, поступового старіння та «смерті», що проявляється у вигляді явища евтрофікації водойми. Вода із забруднених водойм становить загрозу

здоров'ю та життю людей і всього живого. За сучасних умов господарської

діяльності антропогенні впливи на гідросферу починають порушувати природні процеси. Придбана в процесі еволюції здатність природи до саморегулювання в умовах природних змін середовища стала

послаблюватися. Людина, вносячи штучні зміни в природне середовище без обліку законів природи, порушує їх стійкість, що часто призводить до непоправних і згубним змін в екосистемах, прогресуючого руйнування біосфери.

Проблема забруднення поверхневих вод стала особливо актуальна в ХХ столітті. Пов'язано це в основному з розвитком промисловості і зростанням

міст [4]. Надходження у водойми величезної кількості забруднюючих речовин призводить до деградації як окремих компонентів екосистеми, так і цілих груп водойм [5]. Це, в свою чергу, спричиняє скорочення запасів прісної води на

локальному та регіональному рівні. З середини XX століття в зв'язку з ростом антропогенного забруднення спостерігається стрімке наростання кількості евтрофованих водойм [6].

Довготривале використання водойм столиці призвело до виникнення комплексу екологічних проблем різного ступеня гостроти, які мають негативні наслідки як для екосистем, так і для місцевих жителів. Найгірша екологічна ситуація склалася на водоймах, розташованих у межах промислових районів ( водойми системи Опечень, озера Вирлиця та Нижній Тельбін), найкраща - по периферії міської агломерації, у межах зеленої зони (оз. Алмазне, оз. Небреж, оз. Мартишів).

Сьогодні водойми Києва, ресурси яких активно використовуються комунальними підприємствами та у промисловості, частково або майже повністю перетворені діяльністю людини, але все ж зберігають природні особливості та відіграють важливу роль у збереженні якості міського середовища та біорізноманіття в межах міського ландшафту.

Загрозою екологічній безпеці озер Києва є, насамперед, промисловість, комунальна та дощова вода, вплив водного транспорту й гідротехнічних споруд, активна забудова прилеглої території, засмічення прибережної смуги та інше.

Міські стічні води – це суміш господарсько-побутових, промислових, зливових (дощових, снігових) вод, а також стічних вод від поливання і миття міських територій.

Проблемою є те, що поверхневий стік вносить забруднюючі речовини в озера з земель, які піддаються ерозії (великі та дрібні мінеральні частинки), в результаті чого виникає замулювання озер. Забруднюються водойми також атмосферними опадами, які вимивають промисловий і побутовий бруд з територій підприємств, гірничих виробок, міських вулиць. Та найголовніше, що таким чином у озера можуть потрапляти нафтопродукти, які утворюють на поверхні плівку, що перешкоджає газообмінові між водою і атмосферою і знижує вміст кисню у воді.

Стічні води, потрапляючи, від закладів будівництва та обслуговування, у водойми сприяють розмноженню водоростей (цвітіння водоростей), що призводить до зниження вмісту кисню. Для водних екосистем низький вміст кисню означає, що його концентрація в літрі води менше ніж 2-3 мг/л. Це в свою чергу веде до загибелі риби та зміні видового різноманіття водного об'єкта [7].

Водойми урбанізованих територій зазнають останнім часом значного забруднення різними токсичними речовинами, серед яких важкі метали внаслідок своєї персистентності та здатності мігрувати у трофічних ланцюгах відіграють особливу роль.

Серед широкого спектру забруднюючих речовин, які потрапляють у міські озера, нафтопродукти, поряд з важкими металами, є найнебезпечнішими токсикантами, дія яких порушує природну екологічну рівновагу у водоймах і становить загрозу безпечному існуванню водних організмів [8].

Водні об'єкти столиці слугують важливим рекреаційним ресурсом, а також елементом ландшафтного дизайну. Однак тривале їх господарське використання призвело до погіршення стану всіх водойм і навіть знищення цілих водних екосистем.

Основними джерелами забруднення озер Києва є промислові стічні води, комунальні стічні води, нафта і нафтопродукти, поверхневі стоки та атмосферні опади.

До основних видів забруднення вод належать: хімічне, бактеріальне, теплове і радіоактивне.

Хімічне забруднення - це потрапляння до води різних хімічних речовин, відходів різних виробництв: нафтохімічних, целюлозно-паперових, а також комунально-побутових стоків, відходів тваринницьких ферм. Проявляється у збільшенні загальної мінералізації й концентрації макро та мікрокомпонентів, появі у водах невластивих їм мінеральних сполук. Часто супроводжується появою запаху, забарвлення та підвищення температури.

Біологічне забруднення - це потрапляння у водойми разом зі стічними водами різних хвороботворних мікроорганізмів, спорів грибів, хробаків. Основними джерелами біологічних забруднень є комунально-побутові стічні води підприємств: цукрових заводів, м'ясо і деревообробної промисловості.

Полягає в появі у воді патогенних організмів, зокрема бактерій групи кишкової палички. Бактерії живуть від 30 до 400 діб, тому таке забруднення локалізується на порівняно невеликій ділянці і є тимчасовим.

Теплове забруднення – відбувається внаслідок спускання у водойми підігрітих вод від ТЕС, АЕС та інших енергетичних об'єктів. Тепла вода змінює термічний і біологічний режим водойм і шкідливо впливає на їхніх мешканців. Як показали дослідження гідробіологів, вода, нагріта до температури 20–30оС, діє на риби та інших мешканців водойм пригнічуючи, а якщо температура води піднімається до 36оС, риба гине. Найбільшу кількість теплої води скидають у водойми атомні електростанції. Забруднення виявляється у підвищенні температури води. Його супроводжує зміна хімічного та газового складу води, зменшення кількості кисню, “цвітіння” води, збільшення вмісту в ній мікроорганізмів.

Радіоактивне забруднення. Пов'язане з підвищенням у воді вмісту радіоактивних речовин. Через те що час напіврозпаду різних радіонуклідів триває від кількох годин до тисяч років, радіоактивне забруднення води є дуже стійким і може зберігатися тривалий час. Багато радіонуклідів сорбується гірськими породами і тому локалізуються. У відкритих водоймах вони осідають на дно.

В загальному антропогенне навантаження за походженням можна розділити на:

1) побутове (викликане потраплянням стічних вод з житлового сектору у водні об'єкти);

2) сільськогосподарське (викликане попаданням у водні об'єкти хімічних речовин, які вносилися у вигляді добрив та засобів захисту рослин на поля);

3) технічне (спричинене попаданням у воду нафтопродуктів та мастил після миття автомобілів, тракторів та іншої с/г техніки);

4) техногенне;

5) рекреаційне:

6) рибогосподарське (обумовлене виловом риби та контролем за станом іхтіофауни).

Найкращими показниками якості вод вирізнялися водойми Голосіївського, Святошинського та Деснянського районів. Найгіршими –

Оболонського та Дарницького. У Деснянському районі водоймами з ознаками

значного антропогенного евтрофування є озера Гнилуша і Радунка, в

Дарницькому – Тельбін та Нижній Тельбін. В Харківському районі найбільші концентрації біогенів відмінені в озерах Тягле та Срібний Кіл.

70% водойм, охоплених гідрохімічним аналізом, хоча б за одним

показником класифікувалися як такі, де якість води «погана» чи «дуже

погана». Найгіршою якістю води відзначаються о. Заплавне, Тягле, що

розташовані на Харківському масиві. Також це більшість водойм Дарницького

р-ну: озера Тельбін, Н. Тельбін. Зазвичай, це водойми розташовані в межах

великих промислових районів, об'їздних доріг та в районі житлових масивів,

що характеризуються високим показником рекреаційного навантаження (де

кількість осіб в літній сезон сягає від кількох сотень до декількох тисяч

відпочиваючих). [9]

За якісними властивостями води, донних відкладів та рослинності озеро

Нижній Тельбін можна віднести до стабільно забрудненої водойми з усіма

визначеними особливостями промислового забруднення, а рівень забруднення

свідчить про тривалий і стійкий його характер. Такий висновок можна зробити

ще й тому, що комунальне підприємство "Плесо" у 2000 році проводило

дослідження даної водойми та отримані ним результати є подібними до

визначеним у даному дослідженні показникам.

Вода озера Нижній Тельбін по складу та рівню забруднення мало схожа на природну. Ця водойма повністю вичерпала свої природні властивості до відновлення.

Санітарно-гігієнічний стан озера Нижній Тельбін та його прибережних захисних смуг визначається як незадовільний. Береги цього озера роками перетворювалися у несанкціоновані звалища побутового та будівельного сміття, що викликало його вторинне забруднення.

Озеро Нижній Тельбін абсолютно не відповідає вимогам до водойм II категорії водокористування, не може бути призначене для культурно-побутового й тим більше для рекреаційного використання. Дана водойма викликає велике занепокоєння науковців та громадськості ще й тому, що вона має безпосередній зв'язок із Дніпром і може транспортувати забруднюючі речовини у річку.

### 1.3. Рекреаційне призначення об'єктів

В умовах сучасної екологічної ситуації одним з найбільш важливих народногосподарських і соціальних завдань є відпочинок і оздоровлення людей в природному середовищі, орієнтованому на внутрішні рекреаційні ресурси.

Під природними рекреаційними ресурсами розуміють тіла і явища природи, які забезпечують відпочинок як засіб підтримання і відновлення працездатності і здоров'я людей. Вони наділені комфортними властивостями для рекреаційної діяльності і можуть бути використані для її організації. Природні рекреаційні ресурси поділяють на літолого-геоморфологічні, кліматичні, гідромінеральні, біологічні, ландшафтні тощо. Це природно-територіальні комплекси, їх окремі компоненти, природні заповідні об'єкти.

[10] Природні рекреаційні ресурси – незамінна об'єктивна передумова розвитку рекреації. Водні ресурси є надзвичайно важливою невід'ємною

складовою природних рекреаційних ресурсів території. Яскравим підтвердженням цього є дані соціологічних досліджень, які свідчать, що відпочинку біля води надають перевагу до 65 % населення [11].

Під рекреацією розуміють вид діяльності, пов'язаний із тимчасовою міграцією і перебуванням в інших місцях відпочинку, лікуванням, фізичним та духовним розвитком, підвищенням культурно-пізнавального рівня та спортивної майстерності, що супроводжується споживанням природних, економічних і культурних цінностей та послуг [12].

Н. Ф. Реймерс розглядав рекреацію, як «відновлення здоров'я і працездатності через відпочинок поза межами місця проживання, на природі, чи під час туристичної поїздки, що пов'язана з вивідуванням цікавих для огляду місць (національних парків, природних, архітектурних, історичних пам'ятників, музеїв та ін.) [13].

В сучасній науковій літературі сутність поняття рекреації визначається як система оздоровчих, пізнавальних, спортивних і культурно-розважальних заходів, спрямованих на відновлення фізичних і духовних сил людини [14].

Основою для розвитку рекреації слугують рекреаційні ресурси, що включають місцевість зі сприятливим кліматом, привабливими ландшафтами, лісом, узбережжями водойм.

Місцеві рекреаційні системи повинні формуватися для задоволення потреб населення у відпочинку поблизу місць постійного проживання на базі водойм, сприятливих для організації відпочинку. В зв'язку з цим завдання вивчення рекреаційного потенціалу водних екосистем, зокрема, озер набуває особливої актуальності.

Для визначення рівня рекреаційної придатності водойм використовуються різні підходи, зокрема, з використанням загальних та окремих оцінок [15, 12]. Для оцінки рекреаційного потенціалу акваторії озер запропонована методика на основі системи цільових критеріїв та показників якості акваторії озера [16].

У процесі рекреаційної діяльності відбувається значний антропогенний вплив на природне середовище. Результатами такого впливу є деградація природних комплексів у результаті безпосереднього впливу людини на природу. Надмірна відвідуваність окремих природних об'єктів, засмічення природного середовища, його забруднення діяльністю транспортних засобів та об'єктів рекреаційної інфраструктури є основними причинами деградації природи. Скидання неочищених стоків рекреаційних об'єктів у поверхневі води є причиною погіршення якості водойм. Атмосфера, забруднена відпрацьованими газами автомобілів у місцях паркування транспорту, погіршує екологічну ситуацію в районах масового відпочинку і оздоровлення людей.

Надмірне нагромадження та нераціональне водокористування може призвести до виснаження, деградації та повній втраті природних особливостей водних об'єктів. Задоволення потреб рекреантів у водних ресурсах є різною, але, чим більше використання, тим вищий ризик погіршення якості води [7].

Рекреаційне навантаження – це ступінь безпосереднього впливу відпочиваючих на природні компоненти, що виражається у кількості людей на одиницю площі за певний проміжок часу. Показник рекреаційного навантаження залежить від особливостей ландшафтно-будови і функціональної спрямованості рекреаційного використання території.

Негативний вплив рекреації на природні комплекси проявляється такими рисами:

- забрудненням автомобільним транспортом, несанкціонованими звалищами відходів
- деградацією рослинності внаслідок витоку, вирубки дерев
- забрудненням водойм твердими побутовими відходами
- надмірною перевантаженістю пляжних та інших рекреаційних територій відпочивальниками й загальною засміченістю території через низький рівень екологічної культури населення.



Водойми Києва зазнають суттєвого рекреаційного навантаження, пов'язаного із використанням місць відпочинку біля води. Щорічно розпорядженням виконавчого органу Київської міської ради (КМДА) визначається перелік зон відпочинку біля води, на яких за умов виконання комплексу заходів із благоустрою та облаштування дозволено відпочинок з купанням, перелік міських централізованих пляжів, на яких дозволено відпочинок з купанням; перелік водних об'єктів, які не рекомендовані для купання населення.

Згідно розпорядження виконавчого органу Київської міської ради від 24 травня 2021 року №1145 до місць масового відпочинку населення на водних об'єктах міста Києва, де можливий відпочинок з купанням, належать озера Вербне, Райдуга й Тельбін.

До водних об'єктів, які не рекомендовані для купання відносяться озера Нижній Тельбін, Позняки, Пономарівське, Гарячка, Підбірна та Мартишів (на території садівських товариств Осокорків), Виртня, Небріж, Тягле, Заплавне (кар'єр №6), Жандарка, Гнилуша (в урочищі Ситники), Зеркальне, система штучних водойм Опечень.

Сине озеро відноситься до таких, що придатні для відпочинку без купання. Воно непридатне для купання, оскільки в ньому тепер застоюється вода та не відповідає санітарним вимогам.

#### **1.4. Нормативно-правова база**

Перелік основних водоохоронних заходів міститься у Водному кодексі України (розділ IV), який містить усі основні заходи, що виправдали себе на практиці. Деякі охоронні заходи є і в інших правових приписах ВК України.

До основних водоохоронних заходів віднесені: утворення водоохоронних зон (ст. 87 ВК України), прибережних захисних смуг, зон санітарної охорони, смуг відведення, берегових смуг водних шляхів тощо (так, водоохоронні зони утворюються для найбільш сприятливого режиму водних об'єктів, а також

зменшення коливань стоку вздовж рік, морів, навколо озер, водосховищ та інших водойм); обмеження господарської діяльності в прибережних захисних смугах навколо водойм та на островах. На охорону водних ресурсів спрямовані і деякі заборонні приписи — заборона введення в дію підприємств, споруд та інших об'єктів, що можуть впливати на стан води; заборона скидання у водні об'єкти відходів і сміття; заборона підприємствам і громадянам забруднювати, засмічувати поверхні водозаборів, льодового покриву водойм, а також морів, їх заток, лиманів виробничими, побутовими та іншими відходами, сміттям, нафтовими, хімічними та іншими забруднюючими речовинами та ін.

Водний кодекс України передбачає чимало заходів запобіжного характеру. Це, зокрема, охорона підземних вод, водних об'єктів, віднесених до категорії лікувальних; запобігання забрудненню вод добривами і хімічними засобами захисту рослин; розробка умов розміщення, проектування, будівництва, реконструкції підприємств, споруд та інших об'єктів, що можуть впливати на стан вод та на стан рибогосподарських водних об'єктів; охорона внутрішніх морських вод та територіального моря. [17].

У законодавстві також встановлено комплекс заходів, спрямованих на запобігання шкідливим діям вод та аваріям на водних об'єктах і ліквідацію їх наслідків; залуження та створення лісонасаджень на прибережних захисних смугах, схилах; будівництво протитерозійних гідротехнічних споруд, земляних валів, водоскидів, захисних дамб; спорудження дренажу тощо.

У Водному кодексі України передбачені невідкладні заходи по запобіганню стихійним лихам, спричиненим шкідливою дією вод, і аваріям на водних об'єктах та ліквідації їх наслідків. Зокрема, в разі загрози стихійного лиха, пов'язаного зі шкідливою дією вод, місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування разом з підприємствами і організаціями зобов'язані вжити невідкладних заходів до запобігання цьому лиху а в разі його настання — до негайної ліквідації його наслідків. У разі аварії на водних об'єктах, пов'язаних із забрудненням вод, що може шкідливо вплинути на

здоров'я людей і стан водних екосистем, підприємство або організація, з провини яких сталася аварія або які виявили її, зобов'язані негайно почати ліквідацію її наслідків і повідомити державні органи охорони навколишнього природного середовища, санітарного нагляду, водного господарства, геології та відповідну раду.

Державні органи водного господарства зобов'язані забезпечити безаварійне функціонування водних об'єктів під час повеней і паводків, прогнозувати поширення спричинених ними наслідків, а також спільно з відповідними радами народних депутатів здійснювати заходи щодо забезпечення безперебійного водопостачання населення і галузей економіки.

Особливої уваги заслуговують правові заходи, що забезпечують охорону вод від забруднення, засмічення і вичерпання. Факт забруднення вод встановлюється або інспекторами Державної екологічної інспекції Мінприроди України, або посадовими особами спеціально уповноважених органів інших міністерств та відомств відповідно до їх компетенції. [18]

Відповідно до ВК України забороняється скидання у водні об'єкти виробничих, побутових, радіоактивних та інших відходів і сміття.

Підприємствам, установам, організаціям і громадянам заборонене забруднення, засмічування поверхні водозаборів, льодового покриву водойм, водостоків, а також морів, їх заток, лиманів, виробничими побутовими та іншими забруднюючими речовинами.

Власники засобів водного транспорту, трубопроводів, плаваючих та інших споруд зобов'язані забезпечувати охорону вод від забруднення мастильними, паливними, хімічними, нафтовими та іншими забруднюючими речовинами.

Сільськогосподарські, лісогосподарські підприємства, селянські (фермерські) господарства та громадяни зобов'язані дотримувати встановлених правил зберігання, транспортування та використання добрив, хімічних засобів захисту рослин та інших токсичних препаратів і речовин.

Правовідносини права власності на водні об'єкти базуються на положеннях законодавства, згідно з якими усі води (водні об'єкти) на території України є національним надбанням народу України, однією з природних основ його економічного розвитку і соціального добробуту, є його виключною власністю та надаються тільки у користування (ст. 6 ВК України).

Сине озеро підпорядковується КП «Плесо». Державне комунальне підприємство «Плесо» створено рішенням виконавчого комітету Київської міської ради народних депутатів від 03.07.1995 № 204 «Про заходи щодо охорони, утримання та експлуатації внутрішніх водойм м.Києва»,

правонаступником якого на сьогодні є Комунальне підприємство виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації) по охороні, утриманню та експлуатації земель водного фонду м. Києва «Плесо».

У своїй діяльності КП «Плесо» підпорядковується Управлінню екології та природних ресурсів виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації).

Зовнішній благоустрій, охорона, утримання та експлуатація внутрішніх водойм і земель водного фонду, покращення їх рекреаційної спроможності та екологічного стану.

Впровадження системи заходів, спрямованих на запобігання, обмеження і ліквідацію наслідків забруднення, засмічення і виснаження внутрішніх водойм м. Києва.

— створення спеціалізованих служб по догляду за річками, озерами, прибережними захисними смугами, гідротехнічними спорудами, об'єктів природозахисного фонду;

— раціональне використання штучних водойм із прибережними захисними смугами, їх благоустрій та створення належних умов для відпочинку населення міста.

Проведення науково-виробничої та організаційно-господарської діяльності у сфері створення і розвитку туристичної, спортивно-оздоровчої,

розважальної та соціально-культурної інфраструктури на землях водного фонду м. Києва.

Організація і здійснення рятувально-водолазних робіт для забезпечення безпеки людей на воді у місцях масового організованого та неорганізованого відпочинку в межах міста Києва.

Організація і надання медичними працівниками першої невідкладної допомоги при нещасних випадках на воді та у місцях відпочинку біля води.

Організація системи екологічної безпеки у місцях організованого відпочинку на пляжах і внутрішніх водоймах м. Києва.

Організація комплексу заходів (проектування, будівництво, експлуатація) щодо очистки стічних вод дощової каналізації.

Проведення землепорядних робіт.

Надання послуг у сфері відпочинку та рекреації.

Виконання функцій замовника на виконання проектних і будівельних робіт щодо:

- громадських будівель і споруд, відповідно до чинного законодавства;
- гідротехнічних споруд водогосподарського призначення;
- внутрішніх і зовнішніх мереж водопроводу, каналізації;
- електропостачання та споруд на них;
- благоустрою територій;
- захисту територій від затоплення [19]

Відповідно до статей 81, 85 Водного кодексу України, Закону України "Про місцеве самоврядування в Україні", Закону України "Про благоустрій населених пунктів", на виконання п. 6 рішення Колегії виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації) від 01.09.2006 N 91 "Про стан впорядкування озер, річок, ставків та джерел у м. Києві", з метою поліпшення благоустрою на малих річках, струмках, ставках та інших водних об'єктах закріпили за комунальним підприємством "Плесо" на праві господарського відання внутрішніх водних об'єктів, гідротехнічних споруд та оформлення земель водного фонду м. Києва.

У 2019 році проєкт розчищення Синього озера був розроблений і пройшов державну експертизу. Фактично 2020 року КП "Плесо" мало оголосити тендер для визначення виконавця, щоб почати безпосередньо розчищення. Але в лютому КП "Плесо" вирішило, що для збереження озера потрібно провести наукове дослідження та з'ясувати, чому знизився рівень води й чи не погіршиться стан озера після розчищення. Адже проєкт розчищення розроблявся на момент більш заповненої водойми. І, відповідно, берегова лінія була іншою. Оскільки КП "Плесо" не може самостійно виконати такі наукові дослідження, було оголошено тендер для визначення виконавця цих робіт.

Існує проєкт створення парку на берегах водойми. Натомість проєкт Генерального плану м. Києва пропонує на цьому місці об'єкт природно-заповідного фонду. На сусідній земельній ділянці ТОВ "Каштанове місто" має намір звести житловий комплекс і продати квартири з краєвидом на створений за бюджетні кошти парк. Громада збирає підписи проти забудови.

2004 року Київська рада ухвалила рішення про передачу ділянки загальною площею 15,97 га, з яких 5,97 га – озеро, решта – землі рекреаційного призначення, в оренду на 25 років ТОВ "Каштанове місто" для будівництва культурно-рекреаційного комплексу.

Забудовник обіцяв упорядкувати територію довкола Синього озера. Але ніякого благоустрою території й облаштування парку забудовник не зробив, і в липні 2013 року Вищий господарський суд України своєю постановою підтвердив рішення судів нижчих інстанцій про розірвання договору оренди земельної ділянки із забудовником через невиконання умов оренди.

Проєктом Генерального плану м. Києва передбачено створення природно-заповідного об'єкта на території 7,7 га навколо озера.

Відповідно до Водного кодексу України оцінка якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів якості поверхневих вод [20].

При виконанні комплексу заходів на водоймах, важливим водоохоронним заходом є проведення адміністративно-господарського контролю згідно зі ст. 218 Закону України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного добробуту населення». Його суть полягає у регламентації та

контролі промислових скидів за рибогосподарськими нормативами гранично-допустимими концентраціями забруднювальних речовин; літочому контролю державних природоохоронних органів за виконанням природоохоронного режиму водойм; винесенні меж земель водного фонду в натуру з метою

ліквідації на берегах водойм звалищ, садово-городних ділянок, дачних забудов без централізованої каналізаційної системи, тощо.

Національні стандарти «ДСТУ-Н Б В.2.5-61:2012 Настанова з улаштування систем поверхневого водовідведення» та «ДСТУ 8691:2016.

Стічні води. Настанови щодо встановлення технологічних нормативів відведення дощових стічних вод у водні об'єкти» застаріли, не відповідають вимогам європейських директив та потребують внесення змін. Слід визначити, що немає законодавчо-нормативної бази та чіткого механізму контролю за станом водовідведення у невеликих населених пунктах і на окремих об'єктах.

Законодавча база у сфері управління стічними водами та доступу до санітарії нерозвинута і потребує адаптації до норм Водної рамкової директиви ЄС і Директиви Ради 91/271/ЄЕС для регулювання в сфері очистки та скидання стічних вод, налагодження моніторингу якості очистки та повторного використання стічних вод, контролю за скидами стічних вод у природне середовище, з урахуванням навантаження по азоту та фосфору.

# НУБІП України

## 2.1. Характеристика озера Синє м. Київ

Водойми в місті збагачують ландшафт, поліпшують мікроклімат, є біотопом для коловодних видів рослин і тварин. Одним з таких водойм у місті Києві є оз. Синє (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Синє озеро

Синє озеро є безстічним озером на південній околиці Пуща-Водицького лісу, на західній околиці житлового масиву Виноградар у межах верхньої частини басейну р. Горенка, правої притоки р. Ірпінь. Воно найбільше з вододільних озер Києва.

Озеро розташоване на плоскій рівнині між долинами річок Дніпро та Ірпінь. Воно знаходиться у лісопарковій зоні зі збереженням частини природної прибережної зони.

Озеро має льодовикове походження, про що говорить наявність на дні водойми мергелистих, супіщаних відкладень, так званого синього мулу, який



і надає воді синюватий відтінок. 1998 року, під час чищення водоймища, на березі виявили поклади кварцового піску унікальної природної чистоти, якої в Києві ніде більше немає. Відповідно до класифікації озер Києва [21], належить до типу безстічних. Живлення озера відбувається за рахунок поверхневого, ґрунтового і напірного підземного живлення.

Озеро живиться поверхневими і ґрунтовими водами. [22]

Місцерозташування	Шевченківський район м. Києва
Площа водного дзеркала (га)	2,8 га
Площа прибережної смуги (га)	11,0
Береги	піщані
Водний режим	атмосферні опади, природні джерела, зливовий стік

Таблиця 2.1. Морфологічна та гідрологічна характеристика озера Синє

Більшу частину Синього озера засипали у 1970-80-х роках, коли забудовували масив багатоповерхівками. З того часу водойма почала міліти.

Дно і береги озера очищували у 1998 році – тоді воду тимчасово перекачували у штучний канал. Площа озера від 1982 року скоритилася більше ніж в 5 разів, зараз вона становить 2,8 га, тоді як раніше вона сягала 15 га.

Востаннє глибоке очищення його дна і берегів провадилося в 1998 році з тимчасовим перекачуванням води в штучно створений поряд канал-резервуар. З того часу озеро зазнавало лише профілактичного очищення дна за допомогою спецтехніки в період підготовки до літнього сезону або за зверненнями місцевих активістів.

Береги північної частини озера порівняно небагаті на повітряно-водну рослинність. Водночас уся водна товща зайнята водною рослинністю, чому сприяють невеликі глибини – переважно до 1,5 м.

За даними 2001—2002 років в озері водиться 12 видів риб: щука, плотва, краснопірка, пліснява, гірчак, карась, щипчик, короп, паля, окунь і бічок. [23]

Прибережна захисна смуга – 100 метрів.

Схематично розташування озера зображено на рисунку 2.2.

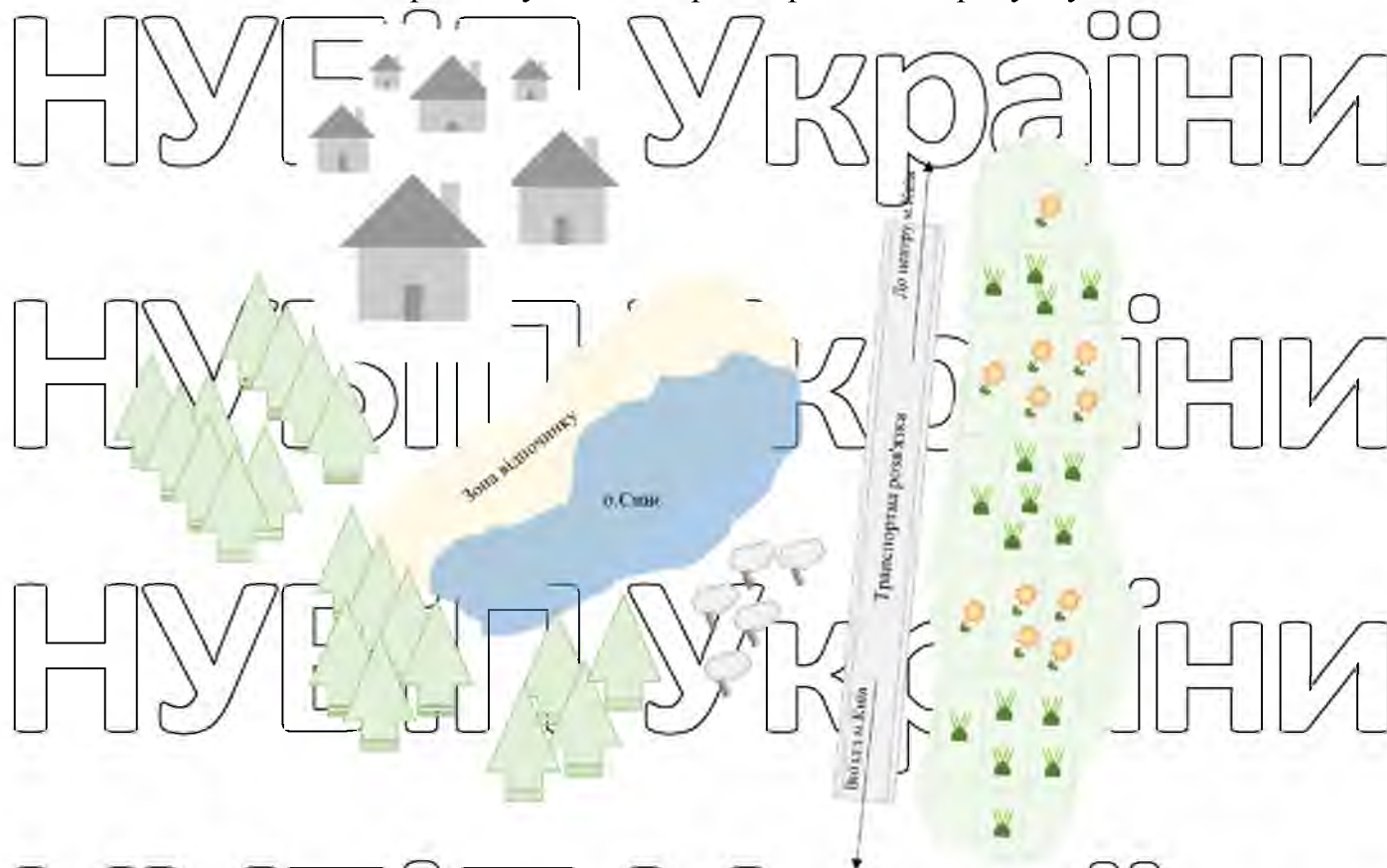


Рис. 2.2. Схематичне зображення озера Синьє (м. Київ)

Проектом Генерального плану м. Києва передбачено створення природно-заповідного об'єкта на території 7,7 га навколо озера.

В той же час на прилеглої до озера орендованій земельній ділянці ТОВ "Каштанове місто" має намір звести житловий комплекс і продати квартири із краєвидом на створений за бюджетні кошти парк.

### 2.1.2. Фізико-географічна характеристика

Ділянка оз. Синє розташована на північно-східному схилі Українського кристалічного щита, глибокий фундамент якого перекривається напшаруваннями пісків, супісків та глин. У гідрогеологічному відношенні територія розташована в межах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну, що приурочений до однойменної тектонічної западини, заповненої потужною товщею осадових порід. В період інтенсивного танення снігу та великих дощів можливе коливання рівнів ґрунтових вод з амплітудою від 1 м до 2,5 м. Основний підйом води спостерігається у весняний період, спад – у літню межень та взимку. [24]

Збільшення випаровування з водної поверхні, зменшення кількості опадів і зменшення водозбору призводять не тільки до зниження рівня води в озері, а й до зменшення площі поверхні озера, що добре видно на просторових зображеннях різних періодів. Раніше озеро мало площу 15 гектарів, довжину 700 метрів і ширину близько 200 метрів.

Фахівці Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України зауважують, що зниження рівня води – це звичайне явище для замкнених озер і ставків Києва, котрі мають атмосферне та ґрунтове живлення.

Територія озера була реконструйована в 1996 році, і зараз територія озера розділена на дві частини, північну та південну, з'єднані річкою довжиною близько 100 метрів. Площа озера 5,4 га. Восени 2001 р. площа водного дзеркала становила 3,4 га. Навесні 2019 року вода в озері обміліла. У вересні 2019 року площа водного дзеркала зменшилася до 2,6 га, рівень води впав більш ніж на 1 м, а лінія зрізу змістилася до середини і збільшилася більш ніж на 10 метрів. Через падіння рівня води влітку 1920 року сполучна протока повністю пересохла, і озеро перетворилося на дві окремі водойми. Рівні в північному озері спостерігалися нижчими ніж в південному, що свідчить про більш інтенсивний відтік води в напрямку р. Горенка. Зменшення площі озера за останні 10 років можна помітити за допомогою порівняння супутникових знімків озера (рис.2.1.2.).

Зменшення розмірів озера відбулося внаслідок зміни складових його водного балансу, на який безпосередньо вплинули чинники як природного, так і техногенного характеру. Аналіз топографічних карт минулого століття

показує, що озеро розташоване в мікропониженні рельєфу, в якому концентрувався стік трьох невеликих балок. Площа водозбору в цей період

становила 758 га. Збудовані насипи автомобільних доріг навколо озера стали штучною перешкодою для надходження поверхневого стоку в озеро. Вздовж автомобільних доріг влаштована зливово каналізація, яка відводить

поверхневі води в сторону Дніпра. Природні умови надходження ґрунтового

притоку також порушила забудова навколишньої території, оскільки

технологія будівництва пов'язана з необхідністю водовідведення з будівельних майданчиків і житлових масивів. Сучасна мережа дренажних і

зливових систем забезпечує водовідведення в р. Дніпро. У результаті площа

водозбору озера зменшилася до 21 га і, відповідно, зменшився природний стік в озеро.



а) супутниковий знімок озера Синє 2001 року



б) супутниковий знімок озера 2021 року

Рис. 2.1.2. Обміління озера Синє протягом останніх 10 років

## 2.2. Чинники та фактори впливу на місцевість

Як наслідок кліматичних змін — підвищення температури повітря з одночасним збільшенням випаровування і зменшенням опадів, озеро почало помітно висихати, рівень у ньому знизився приблизно на метр. Через це протока, що сполучала дві частини озера, пересохла. Фактично оз. Синє фактично розділилося надвоє. Наприкінці літа 2020 р. ширина перешийку сягнула 50 м. Помітно погіршився й вигляд озера. Зокрема, прозорість води у ньому зменшилася до 30 см. Однак навіть за цих умов у водоймі продовжували купатися.

Важливими чинниками зменшення водності оз. Синє є зменшення кількості опадів та господарська діяльність, зокрема будівництво доріг, інтенсивна забудова території і відведення дренажного та поверхневого стоку за межі водозбору озера. Через відсутність снігового покриву у 2020 р весняна повінь на рівнинних річках України пройшла з витратами, що значно менші норми, зокрема стік р. Ірпінь, в межах водозбору якої знаходиться озеро, за період з 2011 р. зменшився в 1,46 рази порівняно з попереднім періодом 1958–2010 рр., а за останні 5 років він зменшився майже в 2 рази. Через незначні об'єми поверхневого притоку не відбулося наповнення водосховищ і озер до нормативних рівнів, а в результаті зменшення кількості опадів і зростання випарування значно понизилися рівні ґрунтових вод, що в результаті зумовило зменшення ґрунтового притоку до водойм. За умови повторення кліматичного сценарію 2019 гідрологічного року рівень води оз. Синє може знизитися значно нижче історичних відміток і призвести до повної деградації озера.

Окрім кліматичних змін на стан водойми вплинула забудова прилеглої території. Під новоствореними вулицями проклали мережу дощової каналізації, причому в протилежний від озера бік. Як наслідок, площа водозбору озера зменшилася в кілька разів, а відповідно, й обсяг води, що до нього надходить.

Загрозою для озера є можлива забудова ще одного житлового комплексу на прилеглий до озера земельній ділянці, проти якої вже кілька років виступає громада Виноградаря. Озеро живиться за рахунок ґрунтових вод, тому забудова навколо озера скоротить площу водозбору, що призведе до ще більшого обміління озера. Синє озеро меліє через зведену поруч багатопверхівку з підземним паркінгом. За останні кілька років рівень води у водоймі знизився щонайменше на сім метрів. Будівництво чергового великого житлового комплексу з підземним паркінгом погіршить ситуацію, сприятиме фактичному знищенню озера Синє та нестиме прями загрози роботі водопровідної насосної станції «Виноградар-1».

На озеро впливає і водопровідна станція «Виноградар». Суть її роботи полягає у знезараженні підземної води, яку видобувають з використанням кількох (звичайно чотирьох) пробурених поряд артезіанських свердловин. Цю воду, в яку додають хлор, спрямовують у прилеглі мікрорайони міста. Для забезпечення безперебійної водоподачі за умов нерівномірного споживання води на цій станції зроблено три резервуари чистої води сумарним об'ємом 14 тис. м<sup>3</sup>. Згідно з регламентом, чиста вода з трьох резервуарів водопровідної станції у процесі їхнього технологічного очищення двічі на рік скидається в озеро. При цьому воду трубою діаметром 600 мм скидають в озеро. Сумарний об'єм скидної води співвідносний з об'ємом озера. Тож після скидів рівень води в оз. Синє дещо зростає. Згодом він знижується, адже вода частково уходить у береги, частково випаровується.

Якщо зниження рівня води не припиниться й озеро не зможе наповнитися природним шляхом, однією з пропозицій, яка прозвучала на нараді в Управлінні екології та природних ресурсів КМДА стосовно покращення благоустрою Синього озера, є перетворення озера на штучну водойму. По суті це означає, що Синє озеро може повторити долю Блакитного озера, яке розташоване неподалік між будинками на Виноградарі й має забетоноване дно.

Незадовільний рівень очищення комунальних стічних вод через аварійний стан мереж і частих аварій призводить до евтрофікації – збільшення вмісту біогенних (азоту, фосфору) та органічних речовин.

Будівельні конструкції, насоси, трубопроводи та інше обладнання першої черги очисних споруд Бортницької станції аерації є непридатними для подальшої експлуатації, деякі з них – в аварійному стані.

Щодоби на очисних спорудах міста Києва – Бортницькій станції аерації – утворюється від 10 000 м<sup>3</sup> до 12 000 м<sup>3</sup> осадів. Через відсутність технологій

ефективної утилізації осадів єдиний шлях їх перероблення – перекачування на

мулові поля для сушіння в природних умовах. Високий вміст важких металів унеможливує їх використання в сільському господарстві як організо-мінеральних добрив. За останні 35 років осади з мулових полів не вивозили.

Рівні осадів перевищують усі допустимі значення.

Основні чинники погіршення стану прибережних захисних смуг водних об'єктів міста Києва:

→ Відсутність проектів винесення в природу водоохоронних зон та прибережних захисних смуг

→ Надання земельних ділянок прибережних захисних смуг (земель водного фонду) в тимчасове користування при відсутності винесення в природу (на місцевості)

→ Порушення режиму землекористування в прибережних захисних смугах

→ Несанкціоновані сміттєзвалища

→ Самозахоплення земельних ділянок і будівництво.

За останні 10 років концентрація сполук азоту та фосфору в стічних водах стрімко збільшується. В середині 1990-х років вони становили 15-20 мг/л (азот амонійний) в 6-8 мг/л (фосфати), сьогодні – 50 і 30 мг/л відповідно.

Серед чинників широке використання в побуті та різних галузях промисловості синтетичних мийних засобів, відсутність на промислових підприємствах локальних очисних споруд. [25]



Певну увагу водним об'єктам Києва приділено у новому Генеральному плані міста до 2040 р. Заходи, що стосуються водойм, містяться в розділі «Охорона навколишнього природного середовища». Основну увагу

передбачено зосередити на обмеженні господарської діяльності в межах прибережних захисних смуг (ПЗС), посиленні санітарно-епідеміологічного контролю за станом пляжів і водойм, забезпеченні очищення водойм, благоустрої прибережних територій, будівництві великої кількості (94) очисних споруд дощової каналізації. У новому Генеральному плані

невідкладними названо роботи з розчищення озер Синє і Тельбин, а також

Совських ставків. З інших об'єктів згадано озерну систему Опечень (у плані — Опечинь) та водойми вздовж вул. Закревського і просп. Миколи Бажана, де передбачено провести комплексні заходи. Крім того, передбачено виконати благоустрій прибережних територій зі створенням пляжів або зон відпочинку біля озер Йорданське, Лебедине, Редькине і Вербне.

Також завдання екологічної політики щодо водних об'єктів наведені у Водній стратегії міста Києва до 2030 року. Одними з важливих є такі:

- створення кадастру водних об'єктів;
- налагодження моніторингу стану водних об'єктів та поширення їх результатів у відкритому просторі;
- збереження наявних водних об'єктів та заборона будь-якого нового будівництва в межах їх прибережно-захисних смуг;

- посилення відповідальності за засмічення і забруднення міської території та водних об'єктів;

- поліпшення екологічного стану водойм і навколишньої території;
- розширення громадського простору навколо водних об'єктів та умов їх використання. [26]

Одним із способів оцінювання стану водних об'єктів можна вважати вимірювання прозорості води, яке пропонується виконувати на найбільшій кількості водойм (приблизно на 50) раз на квартал. Приблизно на 30 водоймах пропонується виконувати щоквартальний моніторинг гідрохімічних і

бактеріологічних показників, а також рівня води. До числа найважливіших гідрохімічних показників належить концентрація розчиненого кисню, хімічне споживання кисню (ХСК), концентрація нафтопродуктів тощо. Із 30 водойм, обраних для моніторингу, приблизно на 20 з них, що найбільше використовуються для рекреації, дослідження в літній період потрібно виконувати щомісяця. До цих 20 водойм насамперед належать озера Редькине, Синє, Райдуга, Тельбін, Сонячне, Мартишів, Небреж, Велике в парку «Партизанської слави» та кілька інших. Ще частішим має бути моніторинг бактеріологічного стану пляжів.

Відповідно до Водного кодексу України оцінка якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів якості поверхневих вод [20].

### **2.3. Методи оцінки забруднення озер рекреаційного призначення**

Визначення якості природних вод полягає у порівнянні значень показників складу та властивостей досліджуваної води з існуючими нормативними значеннями [27].

Існує безліч класифікацій забруднюючих речовин, але основна класифікація з погляду ідентифікації забруднень – за хімічним, фізичним та біологічним складом [28, 29]. Оцінку фізичного забруднення води проводять за такими показниками - температура, запах, смак, каламутність, кольоровість, електропровідність та ін. Хімічними показниками якості води є загальна кількість розчинених речовин або сухий залишок, активна реакція або рН води, окисність, лужність, наявність азотовмісних сполук, хлоридів, сульфатів, заліза, марганцю, кальцію та ін. Біологічні показники визначають наявність чи відсутність водних індикаторних організмів, що знаходяться на поверхні та в товщі води або розташованих біля дна водоймища, берегів і на поверхні підводних предметів, чутливих до специфічних забруднень [30].

### 2.3.1. Фізичні та хімічні методи

Фізичні та хімічні методи контролю забруднення полягають у відборі зразків та визначення в них концентрацій хімічних елементів та сполук або набору певних характеристик, картування та моніторингу ореолів забруднення за аномальними значеннями в пробах контрольованих елементів та показників. При цьому аномальність значень встановлюють по відношенню до фонового рівня, нормативного значення або до гранично допустимих концентрацій [31, 32].

Фізичні методи аналізу води здебільшого представлені різними видами спектроскопії. Вони засновані на взаємодії речовини з електромагнітним випромінюванням.

Фізико-хімічні методи оцінки забруднення води, як правило, включають в себе електрохімічні та хроматографічні методи.

Електрохімічні методи аналізу представлені методами без перебігу електродної реакції та методами, заснованими на протіканні електродної реакції у відсутності струму та під дією струму.

В основі електрохімічних методів аналізу та досліджень лежать процеси, які протікають на електродах або в міжелектродній простір. Всі електрохімічні вимірювання проводяться з використанням електрохімічного осередку - розчину, в який занурені електроди. На електродах відбуваються різні фізичні та хімічні процеси, ступінь протікання яких можна судити шляхом вимірювання напруги, сили струму, електричного опору, електричного заряду, рухливості заряджених частинок в електричному полі.

Перевагами фізичних та хімічних методів є: визначення фізичних та хімічних характеристик у певний момент часу та їх взаємодії між собою; висока точність даних; маленька похибка.

Способи цієї групи дозволяють більш достовірно виявляти розподіл у навколишньому середовищі забруднюючих компонентів та контролювати ореоли забруднення.

Проте фізичні та хімічні методи мають і ряд недоліків:

- невисока надійність за рахунок того, що перелік елементів та з'єднань, що підлягають контролю, включає від 6 тисяч до кількох десятків тисяч найменувань [33], [34];

- підвищення надійності контролю вимагає значного збільшення контрольованих показників, що неминуче призводить до збільшення вартості та трудомісткості досліджень;

- проводиться визначення лише абіотичних факторів, що недостатньо для представлення повної картини про стан води та її вплив на живі організми.

### 2.3.2. Біологічний метод

Біологічний метод виміру забруднення вод здійснюється в рамках напрямів, що отримали назву біоіндикація та біотестування.

Ці методи мають цілий ряд переваг: дозволяють визначити складні комплексні показники, які при фізико-хімічних методах визначити неможливо; дозволяють швидко встановити санітарний стан води, визначити ступінь і характер забруднення та шляхи його поширення у водоймі; здатні дати кількісну характеристику протікання процесів природного самоочищення.

Біотестування – методичний прийом лабораторної оцінки якості води з реакцій піддослідних організмів з відомими та такими, що піддаються обліку характеристиками. Цей спосіб контролю полягає у відборі зразків води, обробці відібраними пробами матеріалу тестових організмів та дослідження в лабораторних умовах реакцій даних організмів для цієї обробки [35]. При цьому реакція тестових організмів служить критерієм виявлення ореолу забруднення.

Способи цієї групи мають такі недоліки:

- невисока надійність за рахунок того, що реакція тестового організму в лабораторних умовах не завжди адекватна реакції біоти реального природного об'єкта;

- відсутні універсальні тестові організми, що дають однозначну реакцію на широкий спектр забруднюючих речовин;

- висока трудомісткість способу за рахунок необхідності дотримання спеціальних вимог щодо «чистоти» лабораторних досліджень та кваліфікації виконавців [36, 37].

Біоіндикація – це оцінка природного стану середовища за допомогою присутніх живих організмів. Біоіндикація може здійснюватися на всіх рівнях організації живого: біологічних (макромолекул, клітин, тканин та органів, організмів, популяцій та співтовариств [38, 39].

Способи контролю забруднення, відомі під загальною назвою «біоіндикація», полягають у тому, що про забруднення судять за зміною тимчасової та структурно-функціональної організації біоценозу в умовах впливу забруднюючих речовин. При цьому досліджують присутність, поведінку чи інтенсивність розвитку індикаторних організмів, за якими судять про рівень забруднення довкілля [35, 40]. При виборі індикаторних організмів виходять із конкретних завдань, тому що для кожного (специфічного за складом) забруднення потрібен індивідуальний набір індикаторних організмів [35].

Способи цієї групи мають такі недоліками: низька відтворюваність за рахунок суттєвого впливу на результати досліджень природно-кліматичних, сезонних та ландшафтних факторів; значні розбіжності у результатах досліджень при застосуванні різних індикаторних організмів; висока трудомісткість, обумовлена тим, що найбільш достовірні результати досягаються лише шляхом багаторічних досліджень.

Слід зазначити, що швидкі коливання ступеня забруднення води погано вловимі біологічними методами та для їх спостереження найкраще підходять фізико-хімічні методи.

Очевидно, що жодний критерій чи метод дослідження якості води не може передати всю інформацію про складності багатокomпонентної системи поверхневих вод [27, 28, 30]. На сьогодні не запропоновано універсальний метод, який би дозволяв швидко та достатньо достовірно вказати на наявність забруднюючих речовин у водоймі.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## 3.1. Оцінка забруднення оз. Синє

З середини минулого століття озеро та прилеглі до нього території зазнали значного антропогенного тиску, що негативно вплинуло на його гідрологічний стан. Обміління озера призвело до значного погіршення його екологічного стану, зокрема до заростання, погіршення водно-фізичних

властивостей та якості води, цвітіння, замулення, загибелі мікробів і риб. Синє

озеро та околиці завжди були популярною зоною відпочинку, а різке погіршення його екологічного стану привернуло увагу громадськості та виникло широке обговорення, спрямоване на збереження водойми. Розробка

комплексної системи заходів щодо покращення екології озера потребує

поглибленого вивчення основних факторів формування гідрологічного стану водойми та його дискретної оцінки.

Озеро Синє має наявні ознаки евтрофікації, вони викликані низкою факторів, зокрема антропогенними (рис. 3.1).

## АНТРОПОГЕННІ ФАКТОРИ

### Прямий вплив:

#### Джерело 1 – міська агломерація:

Поява у водоймі важких металів й патогенів, фосфоровмісних та азотовмісних речовин

#### Джерело 2 – рекреація:

Поява несанкціонованих смітєзвалищ, в результаті чого спостерігається наявність у водоймі мікро- та макропластику у водоймі

### Опосередкований вплив:

#### Джерело 1 – садівництво:

Можливе надходження фосфоровмісних та азотовмісних речовин за рахунок проведених робіт із удобрення та захисту рослин (добрива, пестициди)

#### Джерело 2 – будівництво:

Можливе надходження у водойму мастильних матеріалів

#### Джерело 3 – транспортна розв'язка:

Можливе надходження у водойму важких металів за рахунок різних водних потоків

Причинно-наслідкові зв'язки погіршення екологічного стану водойми озера Синє (масив Виноградар, м. Київ)

## ПРИРОДНІ ФАКТОРИ

Кліматичні умови

Едафічні умови

Скорочення водного дзеркала за рахунок обміління, замулення, заростання болотяною рослинністю



Рис. 3.1. Причинно-наслідкові зв'язки погіршення екологічного стану водойми озера Синє (побудовано на основі даних дистанційної зйомки території озера, власного візуального моніторингу, статистичних даних: [41])



Процес збагачення води сполуками біогенних елементів, насамперед азоту та фосфору, що сприяє збільшенню первинної продукції водойми (за рахунок розвитку водоростей та вищих водних рослин), зветься евтрофікацією водойми. Основною ознакою даного процесу є масовий розвиток мікроскопічних водоростей до рівня «цвітіння» води, зменшення концентрації кисню під час їхнього відмирання та розкладання.

Евтрофікація може бути наслідком природного старіння водойми, внесення добрив або забруднення стічними водами. За рівнем евтрофікації водойми поділяються на оліготрофні (слабко евтрофіковані), мезотрофні (середньо евтрофіковані) та евтрофні (сильно евтрофіковані).

Механізм впливу гіпер-евтрофікації на екосистеми водойм:

1. Підвищення вмісту біогенних елементів в верхніх горизонтах води викликає бурхливий розвиток рослин в цій зоні (в першу чергу планктонних водоростей, а також водоростей — обрастальників) та збільшення чисельності зоопланктону, що харчується фітопланктоном.

2. Водорості та бактерії, що сильно розмножилися у верхніх горизонтах водойми, мають набагато більшу сумарну поверхню тіла та біомасу, ніж нормальний рослинний комплекс при сталому рівні евтрофікації водойми. При цьому в нічні години фотосинтез в цих рослинах не йде, а процес дихання продовжується, що потребує затрат кисню.

3. Велика кількість відмерлих організмів з верхніх шарів водойми опускаються на дно, де проходить їхнє розкладання. Але донна рослинність гине на ранніх стадіях евтрофікації, і виробництво кисню тут майже не відбувається.

4. В доинному ґрунті, позбавленому кисню, проходить анаеробне розкладання відмерлих організмів з утворенням таких сильних отрут як феноли та сірководень, які призводять до отруєння організмів у всіх ешелонах водойми, що спричинює ще більш масоване відмирання, як наслідок — додаткове збільшення споживання кисню при розкладенні органіки, і т. д. [42]

Підвищення трофічного статусу водойм внаслідок впливу людини називають антропогенною евтрофікацією. До антропогенної евтрофікації водойм призводить і неконтрольоване застосування мінеральних добрив та хімічних речовин захисту рослин, потрапляння до водойм недостатньо очищених стічних вод, об'єми яких подекуди співставні з водністю водойми, тощо.

Загроза антропогенної евтрофікації водойм стала усвідомлюватися тільки в другій половині минулого століття. Коли вміст у воді фосфору, азоту, калію перевищує критичний рівень, прискорюються життєві процеси водних

організмів. Як наслідок, починається масовий розвиток планктонних водоростей – «цвітіння» водойми – вода набуває неприємного запаху і присмаку, її прозорість знижується, збільшується кольоровість, підвищується вміст розчинених і завислих органічних речовин [43].

Оскільки фітопланктон через масове розмноження споживають велику кількість кисню, його залишкові концентрації стають недостатніми для існування інших гідробіотнів.

Збільшення біомаси фітопланктону позитивно впливає на функціонування водних екосистем: збільшується кормова база для водних

організмів наступних трофічних рівнів, примножується кількість та біомаса гетеротрофів. Однак з часом виникає невідповідність між накопиченням біомаси фітопланктону, утворенням органічної речовини та кількістю кисню,

що використовується для біологічного руйнування та хімічного окислення органічних речовин - утворюється більше органічної речовини, ніж можна

розщепити мікроорганізмами. Органічні речовини забруднюють водні маси й одночасно стимулюється подальший ріст біомаси фітопланктону, а процес евтрофікації ще більше поглиблюється та прискорюється [44].

Ступінь і швидкість евтрофікації визначаються не лише надходженням біогенних сполук. Цей процес залежить від інтенсивності водообміну, глибини водойми, об'єму води та ступеня насичення водних мас киснем. У глибоких водоймах з достатнім водообміном евтрофікація відбувається дуже повільно, тоді як у

слабопроточних та мідководних водоймах – прискорено [45]. На розмноження і накопичення синьо-зелених мікроводоростей впливають такі умови, як: метеокліматичні – швидкість вітру, температура середовища, інтенсивність сонячного випромінювання, опади; гідрологічні – прозорість води, швидкість течії; біологічні – водяна рослинність та ін.

Надмірне надходження біогенів – лише передумова евтрофікації, що реалізується в певних гідрологічних умовах. Тому їх регулювання широко використовують для попередження евтрофікації, особливо в невеликих водоймах. При надмірному надходженні біогенів та інших умов, для розвитку евтрофікації, вона може бути вилучена різними способами [46].

Способи, які застосовують для боротьби з евтрофікацією водойм та її наслідком – «цвітінням», можна умовно поділити на дві групи: перша – профілактичні заходи; друга – регулюючі заходи.

До профілактичних заходів відноситься повне припинення скидів у водойму неочищених та умовно очищених стічних вод промислових підприємств, аграрних комплексів, побутових стоків.

Для пригнічення масового розвитку синьо-зелених мікроводоростей застосовують такі регулюючі заходи (способи): механічні, фізико-хімічні, екологічні та біологічні.

За дослідженням, проведеним групою виноградарських активістів в 2019 році, представлені результати хімічного аналізу води озера Синє (рис. 3.2).

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Фактичні значення
1	pH	од. рН	7,66
2	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	22,1
3	Гідрокарбонати	мг/дм <sup>3</sup>	152,6
4	Сухий залишок	мг/дм <sup>3</sup>	180,0
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	17,9
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	19,75
7	Мінеральний фосфор	мгР/дм <sup>3</sup>	0,89
8	Азот амонійний	мг/дм <sup>3</sup>	0,0
9	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	1,30
10	Нітриди	мг/дм <sup>3</sup>	0,0
11	Залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>	0,0
12	Жорсткість	мг/дм <sup>3</sup>	3,0
13	Кальцій	мг/дм <sup>3</sup>	44,0
14	Магній	мг/дм <sup>3</sup>	9,7
15	Калій	мг/дм <sup>3</sup>	4,0
16	Натрій	мг/дм <sup>3</sup>	6,12
17	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	3,85

Рис. 3.2. Основні гідрохімічні показники якості води: головні іони, біогенні речовини, мікроелементи, органічні речовини, специфічні забруднюючі речовини.

Головними чинниками негативного впливу на озеро є забудова, засмічення берегів, забруднення води стічними водами, підкислення водою через випадіння кислих атмосферних опадів.

### 3.2. Біондикація озера

З промисловими стоками у водоюми існують важкі метали, хлорорганічні сполуки, пестициди, нафтопродукти і багатолітні речовини.

Особливу небезпеку представляють сполуки оксидів азоту і сірки, ТЕЦ, що містяться у викидах автотранспорту і хімічних підприємств, які випадають у вигляді кислотних дощів.

У водоймах падає показник рН, що спричиняє за собою біологічні наслідки. При рН 6,5- 6,0 гинуть ракоподібні, молюски, ікра риб і земноводних, при рН 6,0-5,0 настає загибель риб - форелі, плітки, окуня і щуки. Подальше зниження рН до 4,5 і нижче приводить до знищення всякого життя.

Найбільш характерний тип забруднення природних водойм - скидання в них великих мас органічних речовин, що розкладаються, і біогенних елементів, також сприяючих зростанню маси органіки у водоймі. Таке забруднення приводить, насамперед, до замулювання дна, збільшення кормової бази детритоюдних тварин і мікроорганізмів, зниження кількості розчиненого у воді кисню. Саме ці чинники безпосередньо змінюють склад біоти. Для кількісної оцінки органічного забруднення введена шкала сапробності (ксеро-, оліго-, б-мезо-, амезо- і полісапробні водойми). Паралельно із звичайною органікою, але в менших дозах, забруднюють водойми отрутохімікатами, нафтопродуктами, солями металів, теплом, шумом, радіацією і електромагнітним випромінюванням. Загальна картина забруднення водойм досить складна, але доведено, що види, стійкіші до органічного забруднення, в цілому стійкіші і до решти типів забруднень. Тому стійкість живих організмів до забруднення вимірюють, як правило, за єдиною шкалою сапробності.

На Синьому озері спостерігається евтрофікація. Процес збагачення води сполуками біогенних елементів, насамперед азоту та фосфору, що сприяє збільшенню первинної продукції водойми (за рахунок розвитку водоростей та вищих водних рослин), зветься евтрофікацією водойми. Основною ознакою даного процесу є масовий розвиток мікроскопічних водоростей до рівня «цвітіння» води, зменшення концентрації кисню під час їхнього відмирання та розкладання.

Підвищення трофічного статусу водойм внаслідок впливу людини називають антропогенною евтрофікацією. До антропогенної евтрофікації водойм призводить і неконтрольоване застосування мінеральних добрив та хімічних речовин захисту рослин, потрапляння до водойм недостатньо очищених стічних вод, об'єми яких подекуди співставні з водністю водойми, тощо.

Біоіндикатори — це організми, групи особин одного виду (популяції) або угруповання, наявність та інтенсивність розвитку яких є показником певних природних процесів або умов зовнішнього середовища (у тому числі і

антропогенного впливу). Будь-який чинник середовища, якщо він виходить за межі «зони комфорту», для біоіндикаторів є стресовим; біоіндикатор (організм, популяція, угруповання) реагує на це відповідною реакцією. Саме цю реакцію і визначають методи біоіндикації. Види-біоіндикатори реагують

на зміну комплексу чинників навколишнього середовища своєю наявністю або відсутністю, зміною зовнішнього вигляду, чисельністю, біомасою, хімічним складом, поведінкою, особливостями індивідуального розвитку. Таким чином, біоіндикатори свідчать про ту чи іншу якість життя у даному середовищі.

Існує група дуже чутливих до забруднення організмів, які у разі забруднення водойми першими зникають зі складу її населення. Це індикатори чистої води. Діаметрально протилежною є група видів, що пристосовані до життя в дуже забруднених водоймах. Вони не тільки почуватимуть там себе дуже комфортно, але і не можуть жити у воді, бідній на органічні та мінеральні речовини. Ці толерантні до забруднення види — індикатори значного забруднення.

Індикатори — це види рослин і тварин, у тому числі і риби, за допомогою яких можна оцінити ступінь забруднення навколишнього середовища, здійснювати постійний контроль її якості й змін. Наприклад, дзеркальний короп і золота рибка стають неспокійними за наявності у воді стоків нафтової і хімічної промисловості. Висока чутливість щуки до забруднення робить її

надійним індикатором стану питної води. Індикаторами чистоти водойми можуть служити головач сибірський і форель.

У своєму природному стані різні природні водойми можуть сильно відрізнятися один від одного. На водну флору і фауну діють такі показники як глибина водойми, швидкість течії, кислотно-лужні властивості води, каламутність, кисневий і температурний режим, кількість розчиненої органіки, сполук азоту і фосфору і багато інших. На всі ці параметри впливає як антропогенне навантаження, так і природні процеси, що відбуваються у водоймах. Для водойм різних типів в нормі буде характерний різний видовий склад і велика кількість водних організмів (гідробіонтів).

Варто відмітити, що найчистіші водойми не матимуть найбагатшу фауну.

Основні умови проживання водних організмів в водоймах з різними характеристиками.

а) Температурний режим.

Температура води і динаміка її змін - найважливіший екологічний чинник для всіх мешканців водойм. Адже температура не тільки безпосередньо впливає на гідробіонтів, регулює швидкість життєвих процесів, але і визначає найважливіші фізико-хімічні властивості води.

Водні організми пристосувалися до різних температурних умов проживання: одні з них живуть в гарячих джерелах при температурі 45-50 °С і вище, інші активні при температурі води -2 °С і можуть витримувати промерзання - 12 °С. Через свою високу теплоємність вода є набагато більш термостабільним середовищем, ніж повітря. Тобто її температура змінюється поволі, а це сприятливо для існування живих організмів. Організми, що здатні жити у воді різної температури і переносити значні її коливання, називаються евритермними. У них виробляються різні пристосування, що дозволяють компенсувати дії змінної температури: змінюється активність ферментів, загальна інтенсивність процесів обміну речовин. Самі організми проводять міграції в міся з стабільнішою або сприятливішою температурою. Так багато

прісноводних риб взимку скупчуються в найбільш глибоких ділянках водойми. Іноді зниження швидкості обміну речовин при низькій температурі може бути вигідним для організму: наприклад, риби оберігає від виснаження організму взимку, в період з несприятливими кормовими умовами.

Організми, здатні існувати тільки у вузькому діапазоні температур, називаються стенотермними. Для них зміну температурного режиму водойми може виявитися згубним. Існують стенотермні види пристосовані до життя тільки в холодній воді (струмкова форель) - це оліготермні види. Навпаки, є види, що живуть тільки в теплій воді, що гарно прогрівається. Людина може відчутно впливати на температурний режим водойм. Скидання води з системи охолодження теплових і атомних електростанцій підвищує температуру значних ділянок річки або озера на 5-10 градусів, що приводить до корінних змін в співтоваристві організмів, що населяють цю зону.

#### б) Газовий склад.

У воді природних водойм розчинені різні гази. Концентрації цих газів залежать від їх природи, їх вмісту в атмосфері, а також від температури і солоності води (при підвищенні цих двох показників розчинність газів падає).

Та кількість газу, яка може розчинитися в воді за даних умов, називається "нормальною". Величезне значення для водних організмів має концентрація розчиненого у воді кисню. Цей газ потрапляє у водойми з атмосфери, а також виділяється водними рослинами в процесі фотосинтезу. Відносне значення кожного з цих шляхів може мінятися залежно від характеристик водойми. В озері, що має могутні зарослі водної рослинності, велика частина кисню може поступати у воду в результаті їх фотосинтетичної активності. При 0°C і нормальному атмосферному тиску в одному літрі прісної води може розчинитися 10,3 мл кисню. Чим тепліша вода, тим менше кисню може бути в ній розчинено. Насичення води атмосферним киснем йде через поверхню.

Фотосинтез максимально інтенсивний теж у верхньому, найбільш освітленому шарі води. Тому кисневі умови у поверхні зазвичай краще, ніж на глибині. Особливо сильно це може бути виражено в тих водоймах, де перемішування



води майже не відбувається, а на дні є значна кількість органічних залишків: адже при гнитті органіка поглинає кисень з води. Через такі процеси вміст кисню у воді може падати нижче необхідного для нормального життя водних організмів рівня. Вміст кисню у водоймі міняється також залежно від сезону і часу доби.

Мінімальні його концентрації у воді виявляються зазвичай рано вранці: адже вночі рослини не фотосинтезують, а тільки поглинають кисень в процесі свого дихання. З сезонів найменш сприятлива з точки зору кисневого режиму зима: лід не дозволяє проникати у воду кисню атмосфери, умови для фотосинтезу під шаром льоду теж несприятливі. Тому саме взимку найчастіше

відбуваються замори - масова загибель гідробіонтів через брак кисню. Деякі водні мешканці порівняно легко переносять низькі концентрації кисню у воді (карась, моллюск живородка, малошестинковий черв'як трубочник), оскільки вони пристосувалися до життя у водоймах, де дефіцит кисню - звичайне явище. Інші організми навпаки, надзвичайно вимогливі до вмісту кисню:

форель, поденки з сімейства гептагеніди (*Heptageniidae*), бродячі ручейники (*Rhyacophilidae*).

З інших газів, що мають важливе значення для гідробіонтів, треба відзначити вуглекислий газ: у невеликих концентраціях він необхідний для ходу фотосинтезу, регулює швидкість деяких процесів метаболізму. Наявність у воді вуглекислого газу дозволяє також стабілізувати її кислотно-основні властивості.

#### в) Кислотно-основні властивості води.

Кислотно-основні характеристики води природних водойм зазвичай не відчувають сильних змін. Вони залежать перш за все від характеру живлення водойми, від того, якими породами складено його ложе, а також від хімічних і біологічних процесів, що в ній відбуваються. Вода з рН нижче 6,95 є кислою.

За нейтральну вважається вода з рН від 6,96 до 7,3.

Природні води з вищими значеннями рН називаються лужними. В ході активного фотосинтезу у водоймі реакція його води може ставати більш лужною (до рН=10) через вичерпання запасів вуглекислоти. Протягом ночі,

коли фотосинтез не відбувається, а всі гідробіоти продовжують дихати і насичати воду вуглекислотою, рН знову знижується. Розмах таких добових коливань кислотності зазвичай не перевищує двох одиниць рН. Найбільш чутливі до закислення водойми молюски та інші істоти з вапняними раковинами: їх раковини в кислій воді просто починають розчинятися.

г) Солоність, мінеральний склад.

Солоність - сума концентрацій всіх розчинених у воді мінеральних речовин. За прісну вважається вода, що має солоність нижче 0,5 грам/кг (ця одиниця називається промілле). Окрім прісних водойм і солоного моря існують водні об'єкти з проміжним рівнем солоності. Сума концентрацій у воді іонів магнію і кальцію називається жорсткістю. Особливо важливий цей показник для організмів, що мають вапняні скелети і раковини. Якщо для регіону поклади вапняків і інших легкорозчинних гірських порід нехарактерні, вода більшості водойм буде "м'якою" - тобто містити мало іонів  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ .

Прісна і солоня вода дуже по-різному впливають на організм водних тварин. Найменш сприятливі для життя водойми з проміжним рівнем солоності. Як правило, вони мають дуже бідну фауну водних безхребетних.

г) Прозорість, світловий режим. Якщо сонце стоїть в зеніті, а поверхня

води ідеально гладка, то від неї відбивається близько 5% падаючої енергії. Навіть при слабкому хвилюванні частка відбитої енергії зростає до 15%. Збільшується вона і при косому падінні променів: якщо сонце знаходиться під кутом  $30^\circ$  до лінії горизонту, то навіть від гладкої водної поверхні буде відбиватися 25% енергії. Вода набагато менш прозора, чим повітря, вона сильно поглинає і розсіює світлові промені. Проте, хоч би мінімальний рівень освітленості необхідний для більшості водних організмів: рослинам він потрібний для ведення фотосинтезу органічних речовин, тваринам - для розпізнавання навколишнього середовища, орієнтації, синхронізації життєвих циклів. Риби бачать достатньо чітко тільки на відстані 5-10 см. Зате вони можуть задовольнятися в мільйони раз слабкішим рівнем освітлення, ніж меншквітці суні.

Прозорість води - характеристика, що показує, наскільки зменшилася інтенсивність світла при його проходженні через шар води певної товщини. У рівнинних водоймах прозорість залежить від сезону. На значні глибини світло проникає тільки в озерах з низькими концентраціями органічних речовин - в них прозорість може досягати 40 м. У більшості ж озер прозорість не перевищує 2 - 3 м. Особливо низьку прозорість мають дистрофні озера з сильно гуміфікованою коричневою водою і евтрофні озера, в яких багато планктону. Кількість зважених частинок, річок, що сильно впливають на прозорість максимально, якщо швидкість течії велика, а підстилаючі породи -

м'які.

#### д) Грунти

Розрізняють дрібнозернисті (м'які) і грубозернисті (жорсткі) ґрунти. До м'яких ґрунтів відносяться глина (діаметр частинок менше 0,01 мм) мул (від 0,01 до 0,1 мм) і пісок (0,1 - 1 мм). До жорстких - гравій (діаметр частинок 0,1 - 1 см), галька (1 - 10 см), валуни (10 - 100 см) і глиби (більше 100 см). Зазвичай ґрунти складаються з суміші різних фракцій. Більшість водних організмів вважають за краще мешкати на визначених типах ґрунту. Організми, що мешкають на піщаних ґрунтах, називаються псаммофілами. На кам'янистих - літофілами. На мулах - пелофілами і так далі. На незвичних ґрунтах водні організми не можуть нормально харчуватися, будувати притулки, що веде до їх ослаблення і загибелі. Існує цікава закономірність: при порівнянні мешканців кам'янистого ґрунту з псаммофілами і далі - з пелофілами, середні розміри і маси окремих особин зменшуються, зате їх кількість зростає. Водні організми і самі роблять вплив на донний ґрунт. Рослини скріпляють його своїм корінням, тварини збагачують органікою і активно "переорюють".

#### е) Гідродинаміка

У озерах течії мають ще менші швидкості, але їх значення для життя водних організмів дуже велике. Двічі в рік, навесні і восени, в всіх водоймах помірного поясу, що мають достатню глибину, відбувається масштабне перемішування водних мас. Вода у поверхні нагрівається (навесні) або

охладжується (восени) до температури +4 °С. Відомо, що при такій температурі вода має максимальну щільність, тому верхні шари води опускаються вниз, а придонні витісняються вгору, до поверхні. При цьому перемішуванні глибини водойми збагачуються киснем, а до поверхні піднімаються з глибини біогени і мінеральні солі.

Поняття "Якість води" має на увазі комплексну оцінку, яка включає гідрохімічні і гідробіологічні характеристики. У наш час продовжує використовуватися традиційний підхід до оцінки якості води, заснований на визначенні тільки ряду хімічних показників. Це не дозволяє оцінити зміни у

водній екосистемі, оцінити ступінь порушень, з'ясувати їх механізм і дати прогноз подальшої зміни в екосистемі. Такі завдання можна вирішити, використовуючи методи біоіндикації.

У водоймах з найбільш «чистою» водою, що містяться низькі концентрації біогенних і органічних речовин, кількість видів гідробіонтів звичайно нижча, ніж в тих водоймах, де органічні речовини, сполуки азоту і фосфору присутні в помірних концентраціях. Для багатьох водних організмів, що мешкають в мезо- і евтрофних водах, помірний рівень забруднення є нормальним станом місця існування. Частина таких видів цілком може

служити індикаторами забруднення води органічними біогенними речовинами.

Інша частина видів, що мешкають у вузьких межах умов навколишнього середовища не витримують навіть невеликого забруднення і зникають - такі види є хорошими індикаторами низьких рівнів забруднення.

У міру надходження органічних і біогенних речовин відбувається поступова зміна хімічного складу води, видового складу гідробіонтів, відбувається перебудова структури і функцій екосистеми в цілому. На початку процесу забруднення зміни в екосистемі незначні і зворотні. Надалі екосистема збільшує свою здатність до переробки речовин, що поступають, але до певної межі. Їх перевищення приводить до деградації і повного руйнування екосистеми.

Для біологічної індикації якості вод можна використовувати майже всі групи організмів, які населяють водойми: планктонні і бентосні безхребетні, найпростіші, водорості, макрофіти, бактерії. Організми, які зазвичай використовують як біоіндикатори, відповідальні за самоочищення водойми, беруть участь у створенні первинної продукції, здійснюють трансформацію речовин у водних екосистемах.

Склад і стан рослинності може вказати на наявність забруднювачів води в межах різноманітних промислових комплексів.

Наявність і розподіл водоростей - це надійний показник забруднення й санітарного стану вод в озерах. Деякі види водоростей зникають у ході наближення до джерел забруднення, а інші поширюються за підвищеного забруднення вод. У місцях витoku стічних вод залишається лише бідна флора полісапробіонтичних водоростей, що витримують велику концентрацію органічних речовин у воді й тому є індикаторами дуже забруднених вод.

Виявити присутність небезпечної забруднюючої речовини у водоймищі можна за допомогою проявів її токсичного ефекту на рибах.

Встановлено, що найбільша чутливість до дефіциту кисню збігається з чутливістю до органічного забруднення. Щодо стійкості до органічних забруднень і дефіциту кисню розрізняють індикаторні групи організмів:

полісапроби - організми, що витримують сильний ступінь дефіциту кисню (личинки комара *Chaoborus*, мухи-бджоловидки *Fristalis tenax*);

мезосапроби - витримують лише середній ступінь забруднення (інфузорія парамеція, карась, короп, лин);

олігосапроби - здатні витримати лише слабкий ступінь забруднення, вимогливі до кисню (форель, багато личинок мошок).

Потреба в кисні в різних видів риб неоднакова: у форелі - висока, яка становить 7-11 см<sup>3</sup>/л; у піскаря, коблика - середня (5-7 см<sup>3</sup>/л); у плотви, йоржа - низька (4 см<sup>3</sup>/л), у коропа, лина - наднизька (0,5 см<sup>3</sup>/л).

Гідробіологічні показники якості води - кількісні та якісні характеристики груп водного населення, що використовуються для оцінки еколого-санітарного стану водних екосистем.

Якість води визначають, оцінюючи реакцію гідробіонтів на забруднення. Індикатори-гідробіонти - це зообентос, перифітон, зоопланктон і фітопланктон.

Зообентос - сукупність донних тварин, що живуть на дні або в ґрунті водоймищ. Стан зообентосу характеризує зміни водного середовища протягом тривалого часу. Вивчення зообентосу, відібраного в різних місцях водоймища,

дає змогу одержати інтегральні оцінки якості води та ступеня забруднення донних відкладів.

Перифітон - поселення водних рослин і тварин на підводних скелях, камінні, річкових суднах, палях та інших об'єктах. Дослідження перифітону застосовують для оцінювання усередненої якості води водного об'єкта

протягом довготривалого періоду часу, а також встановлення фактів забруднення водного об'єкта (за рахунок накопичення токсикантів) у тому разі, якщо в момент спостереження вода вже повністю самоочистилася.

Зоопланктон - сукупність тварин, що населяють водну товщу та пасивно переносяться течіями. Зоопланктон - досить надійний індикатор якості води в малопоточних річках, озерах, водосховищах та ставках. Його досліджують для отримання характеристик якості води в пунктах спостереження за порівняно короткий період часу.

Фітопланктон - сукупність рослинних організмів, які населяють товщу води морських та прісних водоймищ і пасивно переносяться течіями. Фітопланктон характеризує якість водних мас, де проходив його розвиток, тому на водотоках забирають проби фітопланктону, які використовують для одержання інформації про рівень забруднення на ділянках, розміщених за течією вище від пунктів спостережень.

Оцінка якості води водойм і водотоків може бути проведена з використанням фізикохімічних та біологічних методів. Біологічні методи

оцінки - це характеристика стану водної екосистеми по рослинному і тваринному населенню водойми.

Будь-яка водна екосистема, перебуваючи в рівновазі з факторами зовнішнього середовища, має складну систему рухомих біологічних зв'язків, які порушуються під впливом антропогенних факторів. Перш за все, вплив антропогенних факторів, і зокрема, забруднення відбивається на видовий склад водних спільнот і співвідношення чисельності складають їх видів.

Біологічний метод оцінки стану водойми дозволяє вирішити завдання, вирішення яких за допомогою гідрофізичних і гідохімічних методів неможливо. Оцінка ступеня забруднення водойми за складом гідробіонтів дозволяє швидко встановити його санітарний стан, визначити ступінь і характер забруднення та шляхи його розповсюдження у водоймі, а також дати кількісну характеристику протікання процесів природного самоочищення.

Найбільш повно методи біотестування розроблені для гідробіонтів і дозволяє використовувати їх для оцінки токсичності забруднень природних вод, контролю токсичності стічних вод, експрес - аналізу в санітарно-гігієнічних цілях, для проведення хімічних аналізів у лабораторних цілях і вирішення цілого ряду інших завдань.

При скиданні у водоймище токсичних речовин, що містяться у промислових стічних водах, відбувається пригнічення і збіднення фітопланктону. При збагаченні водойм біогенними речовинами, що містяться, наприклад, у побутових стоках, значно підвищується продуктивність фітопланктону. У разі перевантаження водойм біогенними виникає бурхливий розвиток планктонних водоростей, офарблюючи воду в зелений, синьо-зелений, золотистий, бурий або червоний кольори ("цвітіння" води).

"Цвітіння" води настає за наявності сприятливих зовнішніх умов для розвитку одного, рідко двох-трьох видів. При розкладанні надлишкової біомаси, виділяється сірководень або інші токсичні речовини. Це може призводити до загибелі зооценозів водойми. Багато планктонних водоростей в процесі життєдіяльності нерідко виділяють токсичні речовини. Збільшення у

водоймах вмісту біогенних речовин у результаті господарської діяльності людини, що супроводжуються надмірним розвитком фітопланктону, називають антропогенним евтрофікуванням водойм.

Хорошим біоіндикатором є водорості. Бурхливий розвиток синьо-зелених водоростей, наприклад, осцилятор - індикатор небезпечного забруднення води органічними сполуками.

Кращий індикатор небезпечних забруднень - прибережне обростання, що розташовуються на поверхневих предметах у кромки води. У чистих водоймах ці обростання яскраво-зеленого кольору або мають бурий відтінок.

При надлишку у воді органічних речовин і підвищенні загальної мінералізації обростання набувають синьо-зеленого кольору, тому що складаються в основному з синьо-зелених водоростей.

Хороші результати дає аналіз бентосних (придонних) безхребетних.

Оцінка чистоти водойм робиться за переважанням, або відсутності тих чи інших таксонів. Фітопланктон найбільш поширена і добре вивчена з усіх екологічних груп водоростей. Склад фітопланктону має велику видову насиченість. Аналіз видового складу, достатку і кількісного розвитку видів фітопланктону входять у всі програми екологічного моніторингу водойм.

Вивчення фітопланктону водойм проводиться шляхом збору проб на встановлених станціях. Для визначення видового складу фітопланктону з проби на предметне скло наноситься крапля матеріалу, закривається покривним склом і аналізується під мікроскопом. Ідентифікація видів здійснюється за допомогою визначника.

Синьо-зелені водорості - прокаріоти, зустрічаються повсюдно і можуть мешкати в таких екстремальних біотопах, як гарячі джерела і кам'янисті пустелі.

Абсолютними домінантами за чисельністю в Синьому озері були синьозелені водорості. Представники відділу Cyanophyta формували 89% від загальної чисельності фітопланктону. У озері Синє субдомінантами за чисельністю були водорості з відділу Chrysophyta, їх дольова частка у



формуванні чисельності складала 5%. Роль інших відділів водоростей (Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta) у чисельності літнього планктону була незначною і коливалась в межах 1 - 2% [47].

Осінній період характеризується зменшенням загальної чисельності всіх систематичних відділів, до яких відносилися планктонні водорості. У структурі чисельності спостерігається зменшення частки синьозелених водоростей в озері Синє до 51%. Це обумовлено не тільки зниженням температури води, а і зменшенням рекреаційного навантаження з відповідним

зниженням надходження в водну товщу біогенних елементів. Крім цього восени збільшується частка водоростей із відділів Chrysophyta і Bacillariophyta.

Діатомові водорості - мікроскопічні організми, зустрічаються у всіх видах вод. Утворюють основну масу складу продуцентів у водоймі, вони є початком харчового ланцюга. Їх поїдають безхребетні тварини, деякі риби. Масовий розвиток деяких діатомових водоростей може мати і негативні наслідки (впливають на якість води, викликають загибель личинок риб, забиваючи їм зябра). Багато діатомеї можна використовувати як індикатори якості води водойми.

Восени в озері Синє представники відділу Bacillariophyta виступають домінантами за видовим різноманіттям і формують більше 50% від загальної кількості видів. Це можна пояснити тим, що біологія діатомових водоростей дозволяє їм масово розвиватись у прохолодний період року, коли температура води не перевищує 8 - 10°C.

Зелені водорості - один із найбільших відділів водоростей. Евгленові водорості - поширені виключно в прісних водоймищах, багаті органічними речовинами, в клітинах містять численні криваво-червоні гранули. При масовому розвитку ці види утворюють на поверхні води червоний наліт, деякі види викликають "цвітіння" води, фарбуючи її в коричневий колір.

Золотисті водорості - переважно прісноводні водорості, найчастіше зустрічаються в чистих водоймах. Зазвичай вони розвиваються в холодну пору року.

Дінофітові водорості - існують у прісних водах і в морях. Серед них існують паразити які знищують личинок устриць, види які виробляють отруту, смертельну для риби. Крім, того розкладаючись після свого масового розвитку, так званих "червоних припливів", вони можуть отруювати воду на багато кілометрів шкідливими продуктами розпаду, впливаючи на рибу та інших водних тварин.

Характер запаху води	Речовини, що забруднюють воду
Хімічний	Промислові стічні води, хімічна обробка води
Хлорний	Вільний хлор
Буглеводневий (нафтовий)	Стоки нафтоочисних заводів, АЗС
Затхлий	Органічні речовини
Лікарський	Феноли та йодоформ
Неприємний, або сильно виражений неприємний	Сірководень – показник сильного забруднення води гниючими тваринними залишками
Огірковий, квітковий	Ароматичні вуглеводні
Гнильний, затхлий	Застояні стічні води

Таблиця 3.2. Індикатори забруднення води

Підкреслюючи всю важливість методів біоіндикації як дослідження, необхідно відзначити, що біоіндикація передбачає виявлення забруднення навколишнього середовища, що вже відбулося або відбувається, по функціональних характеристиках особин і екологічних характеристиках співтовариств організмів. Поступові ж зміни видового складу формуються в

результаті тривалого отруєння водойми, і явними вони стають у випадку у разі далеко йдучих змін. У стоячих водоймах разом з бентосом перспективне використання організмів - мешканців товщі води (планктону).

Для біоіндикації можуть використовуватися показники біосистем всіх рангів. Зазвичай, чим нижчий ранг біосистеми, використовуваної як біоіндикатор, тим більше точними можуть бути висновки про вплив чинників середовища і навпаки.

Для біоіндикації найбільш показові такі характеристики:

- хімічний склад клітин;
- склад, структура і ступінь функціональної активності фенотипу;
- структурно-функціональні характеристики клітинних органелів;
- розміри клітин, їх морфологічні характеристики, рівень активності;
- гістологічні показники;
- концентрації поллютантів в тканинах і органах;
- частота і характер мутацій, канцерогенезу, потворності.

Протягом останніх 100 років відбулася не лише трансформація загального флористичного списку макрофітів для водойм Києва, але і суттєвих змін зазнали списки видів окремих водойм протягом значно коротшого періоду. Так, порівняння сучасної флори 5 озер (Алмазне, Редьчине, Вербне, Вирлиця, Синє) із такою двадцятирічної давності показав суттєву її трансформацію [48].

### 3.3. Екологічні заходи та моніторинг

Якість водних об'єктів є наслідком двох основних процесів - надходження речовин із зовнішніх джерел та внутрішніх змін у самих об'єктах.

Процеси, у результаті яких відновлюється фоновий стан водного об'єкта, називаються процесами самоочищення. Другий процес, що впливає на якість води, - це перенесення речовини та енергії водним потоком. У результаті турбулентної дифузії відбувається перемішування забруднених струмин води

із більш чистими суміжними, тобто розведення стічних вод основним потоком.

Відновлення Синього озера, як природоохороненого об'єкта – тривалий процес, який розпочався у 2016 році із закріплення водойми за КП “Плесо”, і зараз переходить у формат багаторівневого проекту, оскільки територія навколо нього набуває статусу парку.

Покращення екологічного стану озера можливе завдяки збільшенню притоку поверхневих і ґрунтових вод шляхом перенаправлення до озера поверхневого та дренажного стоку з території природного водозбору озера, а

також у результаті розчищення і днопоглиблення озера, що дозволить збільшити глибину при меженних відмітках та забезпечить розкриття закольматованих джерел підземного живлення.

Розв'язання проблеми нейтралізації антропогенного забруднення іде у двох напрямках: – максимального скорочення скидання забруднених стоків у водоймища; – ефективного очищення (вдосконалення систем водопостачання, впровадження систем оборотного водопостачання, розведення в сукупності з процесами самоочищення тощо).

Перспективні заходи з очищення водних екосистем, забруднених нафтопродуктами:

Сьогодні очищення поверхневих вод від нафти і вуглеводнів здійснюється за допомогою таких методів:

- механічний
- фізико-хімічний
- біохімічні методи очищення.

Але ці способи мають ряд істотних недоліків. Хімічні методи передбачають введення у воду хімічних реактивів. Результатом хімічних реакцій, що відбуваються в процесі очищення, стає можливе утворення більш токсичних речовин, ніж вихідні. Механічні методи видаляють лише поверхневу нафту та нафтошлам. [49]. Емульговане та розчинне масло не видаляється, тому таке очищення неефективне. Біологічне окислення можна

ефективно використовувати при низькій концентрації нафти в поверхневих водах, лише в певному діапазоні рН і температури.

Суть біологічного очищення полягає в тому, щоб штучно відтворити умови для більш швидкого ніж у природі, розкладання хімічних сполук до елементарних форм, придатних для введення в природний біологічний кругообіг. Основний недолік біологічного очищення – мала придатність для знешкодження багатьох промислових стоків, а також стоків із біогенними речовинами. Тому сьогодні велике значення надається створенню і впровадженню фізико-хімічних методів очищення.

До найбільш перспективних методів охорони водоймищ належать фізикохімічні методи очищення в сукупності з мікробіологічними, продування особливо забруднених ділянок киснем, нагрів нижнього шару води для кращого її перемішування, улаштування очисних станцій тощо.

Перспективними є також системи реутилізації, оборотного постачання, чому сприяє удосконалення технологічних процесів.

Найбільш ефективний метод для видалення нафтових домішок здійснюється методом адсорбційного очищення [50].

Для покращення стану водойм необхідно забезпечити навколо водних об'єктів оптимальне поєднання лісових насаджень та лук, здійснити комплекс заходів з припинення скидання до них неочищених стічних вод, ренатуралізації осушлих заплаव, рекультивуації порушених земель.

Крім того, варто посилити державний нагляд і контроль за скидами з підприємств і дотриманням режиму господарювання у водоохоронних зонах, згідно зі ст. 218 Закону України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного добробуту населення». Адже сьогодні власники підприємств фактично безкарно зливають відходи у водойми.

Нормування вмісту шкідливих речовин у воді водних об'єктів виконується за трьома основними показниками шкідливості: органолептичним, загальносанітарним і санітарно-токсикологічним [51].

Показник шкідливості, який характеризується найменшим пороговим значенням, називається лімітувальним. Санітарні правила і норми 4630-88 лімітують вміст у поверхневих водах 1345 речовин за ГДК чи ОДР (орієнтовно допустимі рівні).

Також підприємства, які здійснюють виробничу діяльність, необхідно обладнати системою дощової каналізації з очисними спорудами для запобігання забрудненню водойм міста неочищеними дощовими водами. Втім, тут виникає проблема, забезпечення підприємств необхідними системами.

Слід відмітити, що нині діюча система моніторингу вод є не ефективною та застарілою. Очевидно, що вона не відповідає сучасним європейським стандартам.

Для поліпшення якості води потрібно застосовувати й інноваційні заходи. Зокрема, до них належить аерація водойм через посилення водообміну. Очевидно, що насичення повітрям води є дуже важливим в житті будь-якого водоймища і водних організмів, що його населяють.

Основними методами обробки міських стічних вод є усереднення концентрації (вирівнювання складу стічних вод у спеціальних спорудах – усереднювачах, де змішуються промислові води з різними концентраціями забруднювальних речовин, механічні методи (затримання нерозчинних великих часток на ситах, фільтрах, у відстійниках), фізико-хімічні методи (кристалізація, випаровування, евапорація, екстракція, іонний обмін, сорбція, аерація), хімічні методи (нейтралізація, іонний обмін), біологічні методи (поля зрошення, поля фільтрації, біоставки, крапельні біофільтри, аеротенки тощо).

Зовнішні заходи	Внутрішні заходи
<p>1. Антропогенна евтрофікація</p> <p>Екологічне облаштування водозборів. Контроль за джерелами біогенних елементів на водозборі. Контроль за надходженням біогенних елементів безпосередньо у водоймище. Заборонні та рекомендаційні заходи.</p>	<p>Розведення води, зміна швидкості водообміну. Видалення донних відкладень. Контроль за надходженням фосфору з донних відкладень. Контроль «цвітіння» води і площі заростання макрофітами. Аерація. Використання біопрепаратів.</p>
<p>2. Замулення та заростання</p> <p>Контроль ерозії і дефляції на водозборі.</p>	<p>Видалення донних відкладень. Контроль заростання озера макрофітами. Вселення моллюсків-фільтратів. Використання біопрепаратів.</p>
<p>3. Регулювання рівня води</p>	
<p>Збереження близького до природного режиму рівня води. Збільшення водообміну озера. Контроль стоку і ерозії ґрунтів на водозборі. Обмеження площі осушуваних земель. Укріплення берегів.</p>	<p>Днопоглиблення, обвалування низьких берегів, видалення частини макрофітів.</p>
<p>4. Відновлення водойми</p>	
<p>Підготовка ложа і прилеглої території до затоплення</p>	<p>Видалення рослинності. Підйом рівня води. Видалення впливщик торфовищ, сілавин.</p>

Таблиця 3.3. – Заходи з відновлення порушених водних екосистем

Для запобігання евтрофікації водойм необхідними та важливими є якісне очищення стічних вод, створення водоохоронних зон вздовж берегів водойм, фітомеліорація (культивування рослин у прибережних зонах для затримання різноманітних речовин, які забруднюють воду, потрапляючи до водойм з полів, ферм, населених пунктів) тощо.

Заходи по регулюванню процесів евтрофікації та цвітіння водойм:

1. Зменшення надходження біогенних елементів

- Відмова від використання фосфатовмісних миючих засобів

- Контроль за викидами стічних вод та впровадження нових технологій

очищення стічних вод

2. Внесення змін до нормативно-правової бази в галузі водокислування та охорони довкілля

3. Регулювання гідрологічних умов водойм

- Посилення водообміну

- Регулювання гідродинамічних процесів

- Зниження токсичної дії донних відкладень

Для поліпшення екологічного стану водних об'єктів необхідно:

- створити перелік (кадастр) існуючих суб'єктів господарювання в межах встановлених водоохоронних зон та прибережних захисних смуг для подальшого визначення об'єктів, господарська діяльність яких не відповідає вимогам ст. 89 Водного кодексу України та ст. 61 Земельного кодексу України;

- заборонити будівництво на землях водного фонду, що не відповідає

вимогам чинного законодавства України;

- визначити порядок підключення до міських каналізаційних мереж суб'єктів господарювання, розташованих в водоохоронних зонах, прибережних захисних смугах водних об'єктів.

Озеро не наповнюватимуть за рахунок насосної станції «Виноградар-І»

- артезіанська вода йде на питне водопостачання.

Ефективним заходом, здатним покращити екологічний стан водойм, вважається їх примусова аерація. Такий метод застосовують на озерах Тельбін



та Радунка. А кадастр водойм дав би можливість розуміти — які саме озера є, які їхні межі тощо. А це є основою для майбутніх управлінських рішень.

Перший тендер із розчищення озера відбувся в 2018 році, але через те, що озеро продовжує міліти, роботи з очищення озера не можуть провести.

Невідомо, як рівень води відреагує на очищення. Для проєкту з очищення було зроблено 35 свердловин глибиною 3 метри кожна, щоб отримати інформацію про намул на дні, який потрібно прибрати.

Тепер у фахівців є побоювання, що виїмка намулу може в результаті дати глибокий котлован із калюжею води на дні, якщо озеро не буде наповнюватися природним шляхом.

Щоб не пошкодити водоносний шар під час розчистки, фахівцям необхідно отримати інформацію про нього. Для цього проведено другий, додатковий тендер з виконання вишукувальних робіт щодо розчищення Синього озера.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Синє озеро є безстічним озером на південній околиці Пуща-Водицького лісу, на західній околиці житлового масиву Виноградар у межах верхньої частини басейну р. Горенка, правої притоки р. Ірпінь. Воно найбільше з вододільних озер Києва. Озеро живиться поверхневими і ґрунтовими водами.

Більшу частину Синього озера засипали через забудову масиву багатоповерхівками. З того часу водойма почала міліти, що призвело до розділення озера на дві частини.

Синє має наявні ознаки евтрофікації, вони викликані низкою факторів, зокрема антропогенними. З середини минулого століття озеро та прилеглі до нього території зазнали значного антропогенного тиску, що негативно вплинуло на його гідрологічний стан. Обміління озера призвело до значного погіршення його екологічного стану, зокрема до заростання, погіршення водно-фізичних властивостей та якості води, цвітіння, замулення, загибелі мікробів і риб.

Для біологічної індикації якості вод можна використовувати майже всі групи організмів, які населяють водойми: планктонні і бентосні безхребетні, найпростіші, водорості, макрофіти, бактерії. Організми, які зазвичай використовують як біоіндикатори, відповідальні за самоочищення водойми, беруть участь у створенні первинної продукції, здійснюють трансформацію речовин у водних екосистемах.

Склад і стан рослинності може вказати на наявність забруднювачів води в межах різноманітних промислових комплексів.

Наявність і розподіл водоростей - це надійний показник забруднення й санітарного стану вод в озерах. Деякі види водоростей зникають у ході наближення до джерел забруднення, а інші поширюються за підвищеного забруднення вод. У місцях витоку стічних вод залишається лише бідна флора полісапробіонтичних водоростей, що витримують велику концентрацію органічних речовин у воді й тому є індикаторами дуже забруднених вод.

Виявити присутність небезпечної забруднюючої речовини у водоймищі можна за допомогою проявів її токсичного ефекту на рибах.

Покращення екологічного стану озера можливе завдяки збільшенню притоку поверхневих і ґрунтових вод шляхом перенаправлення до озера поверхневого та дренажного стоку з території природного водозбору озера, а

також у результаті розчищення і днопоглиблення озера, що дозволить збільшити глибину при меженних відмітках та забезпечить розкриття закольматованих джерел підземного живлення.

Також для збереження озера потрібно не допустити забудови прилеглої території. Змість цього доцільним буде створення природно-заповідного об'єкта навколо озера, що допоможе в збереженні екосистеми водойми та її узбережжя.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://tvir.biographiya.com/ekologichni-problemi-ozer/>
2. Плигин Ю.В., Щербак В.И., Арсан О.М. и др. Влияние поверхностного стока на биоту Каневского водохранилища в районе г. Киева и рекомендации по его очистке // Матер. междунар. науч.-практич. конф. “Экология городов и рекреационных зон”. - Одесса: Астропринт, 1998. - С. 272 - 277.
3. <https://tvir.biographiya.com/dopovid-na-temu-ekologichni-problemi-ozer/>
4. Trends in eutrophication research and control. URL: [https://www.researchgate.net/publication/248017572\\_Trends\\_in\\_Eutrophication\\_Research\\_and\\_Control](https://www.researchgate.net/publication/248017572_Trends_in_Eutrophication_Research_and_Control)
5. Біотопи природних водбій та водотоків України, що потребують охорони. URL: <https://www.researchgate.net/publication/322500726>
6. Россолимо Л. Л. Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора. Москва, 1997. 144 с.
7. Костюшин В.А. Воздействие рекреации на живую природу. - К.: Национальный экологический центр Украины, 1997. - 42с.
8. Кузнецова И.А., Дзюбан А.Н. Воздействие нефтяного загрязнения водоемов на бактериальное сообщество // Современные проблемы исследований водохранилищ: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Пермь, 24-26 мая, 2005. - Пермь, 2005. - С. 104-106
9. Погорелова Ю. В. Екологічні особливості заплавних комплексів макрофітів в умовах впливу київської міської агломерації. Львів, 2021
10. Царик Л. П. Природні рекреаційні ресурси. - ТНТУ: 2020
11. Природа Тернопільської області / за редакцією Геренчука К.І./ - Л.: Вища школа, 1979. - 167 с.
12. Климович С. В., Бортновский В. Н. Подходы к оценке рекреационной пригодности поверхностных водоемов // Проблемы здоровья и экологии. - No 2 (16). - 2008. - С. 131-135

13. Реймерс Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник. – М. : Мысль, 1990. – с. 449

14. Краєвська А. С., Мороз О. О., Грабовецький В. Є.. Рекреаційні ресурси санаторно-курортних підприємств: сутність та перспективи використання. Вінниця: ВНТУ, 2012. –186 с.

15. Андрусяк Н. С. Методика комплексної оцінки екологічного стану водних рекреаційних ресурсів// Ученые записки Таврического нац. ун-та имени В. И. Вернадского. Серия: География. – Том. 24 (63). – 2011. – No 2. –Ч. 2. – С. 3–7.

16. Шевцова Н. С., Власов Б. П., Зайцев В. М. Рекреационная оценка акватории озер республики Беларусь на основе целевых показателей // Природные ресурсы. –2001. –No 3. –С. 134–137.

17. Екологічне законодавство України: Збірник нормативних актів та судової практики/ Укл. Євген Бердніков, Ладимир Бондар; Ред. Олексій Погрібний. – Х.: Одиссей, 2002. – 926 с.

18. Природноресурсове право України: Навчальний посібник/ Е. А. Бавбекова, Л. О. Бондар, Н. С. Гавриш та ін.; За ред. І. І. Каракаша; Одеська нац. юридична акад.. — К.: Істина, 2005. — 374 с.

19. <https://pleso.kyiv.ua/%d0%bf%d1%96%d0%b4%d0%bf%d1%80%d0%b8%d1%94%d0%bc%d1%81%d1%82%d0%b2%d0%be/>

20. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П., А. В. Яцик та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями.–К. : Символ-Т, 1998. –28 с.

21. Афанасьев С.А. Характеристика гидробиологического состояния разнотипных водоемов города Киева // Вестник экологии. 1996. № 1-2. С. 112–118

22. <http://wek.kiev.ua/uk/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D1%94%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BE>

23. [https://www.zoology.dp.ua/z\\_05\\_055.html](https://www.zoology.dp.ua/z_05_055.html)

24. Причини пониження рівня озера Сине та заходи щодо покращення його екологічного стану. О.М. Козицький, С.А. Шевчук, І.А. Шевченко, Н.В. Логунова

25. Екологічна стратегія міста Києва до 2030 року

26. Водна стратегія міста Києва до 2030 року

27. Сибатуллина, А.М. Измерение загрязненности речной воды (на примере малой реки Малая Кокшага): научно-учебное издание / А.М. Сибатуллина, П.М. Мазуркин. - М.: Академия Естествознания, 2009. - 71 с.

Сибатуллина, П.М. Мазуркин. - М.: Академия Естествознания, 2009. - 71 с.

28. Новиков, Ю.В. Методы исследования качества воды водоемов: руководство / Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Белдина; под ред. А.П. Шипковой. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медицина, 1990. - 400 с.

29. Методические указания по установлению эколого-рыбохозяйственных нормативов (ПДК и ОБУВ) загрязняющих веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. - М.: Изд-во ВНИРО, 1998. - 145 с.

30. Фомин, Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам: справочник / Г.С. Фомин, А.Б. Ческис) под ред. С.А. Подлепы. - М.: «Геликон», 1992. - 392 с.

31. Сагет, Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сагет, Б.А. Ревич, Е.П. Янин. - М., 1990. - 335 с.

32. Якунина, И.В. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: учебное пособие / И.В. Якунина, Н.С. Попов. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. - 188 с.

33. Лесников, Л.А. Биотестирование в системе охраны вод / Л.А. Лесников // Практические вопросы биотестирования и биоиндикации: тез. докл. всесоюзного симпозиума. — Черноголовка, 1983. — С. 23- 27.

34. Форощук, В.П. К вопросу об экологическом нормировании содержания антропогенных веществ в водной среде / В.П. Форощук // Тезисы

докладов VII всеоюзного симпозиума по проблемам прогнозирования и контроля качества воды водоемов. - Таллин, 1985. - С. 222-224.

35. Зенин, А.А. Гидрохимический словарь / А.А. Зенин, Н.В. Белоусова. — Л.: Гидрометеиздат, 1988.-240 с.

36. Строганов, Н.С. Теоретические проблемы водной токсикологии / Н.С. Строганов. - Л.: Наука, 1983. - 183 с.

37. Крайнова, А.Н. Состояние и перспективы применения методов биотестирования для оценки загрязнения водной среды / А.Н. Крайнова // Экологическая химия водной среды. — М.: Госкомиздат, 1988.-С. 108-124.

38. Банников, А.Г. Основы экологии и охрана окружающей среды: учебник для студентов с.-х. вузов // А.Г. Банников, А.А. Вакулин, А.К. Рустамов. - 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 1996. - 304 с.

39. Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю.А. Израэль. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 330 с.

40. Советский энциклопедический словарь / Под ред. А.М. Прохорова. — М.: Советская Энциклопедия, 1985.-С. 140.

41. [https://www.zoology.dp.ua/z\\_07\\_095.html](https://www.zoology.dp.ua/z_07_095.html)

42. Евтрофікація // : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О.

Остапичина. — Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. — 174 с.

43. Бохан Ю.В. Аналітичний моніторинг екологічного стану природних поверхневих водних об'єктів Кіровоградської області / Ю.В. Бохан, О.В.

Терещенко // Здоровий спосіб життя – здорова людина – здорове суспільство: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 10-11 квіт. 2014 року, м. Кіровоград / М-во освіти і науки України, Кіровоград. нац. техн. ун-т.-Кіровоград: КНТУ, 2014. —С. 25-28

44. Хільчевський В. К. Водопостачання і водовідведення.

Гідроекологічні аспекти: підручник / В. К. Хільчевський. – К. : ВЦ —Київ. ун-т, 1999. — 319 с.

45. Основы гидроэкологии: теория и практика: навч. посіб. / М. В. Боярин, І. М. Петробчук. – Луцьк: Вежа-Друк, 2016. – 365 с.

46. Богданов Н.И. Биологическая реабилитация водоёмов, 3 издание, дополненное и переработанное. Пенза: РИО ПГСХА, 2008. – 152 с

47. В.І.Щербак, Н.Є.Семенов. Фітопланктон як показник ступеня урбанізації внутрішніх водойм м. Києва / Інститут гідробіології НАН України, Київ. 2003

48. Погорелова Ю. В. Екологічні особливості заплавних комплексів макрофітів в умовах впливу Київської міської агломерації. 2021

49. Романенко В.Д. Гідроекологічні проблеми в умовах урбанізації // Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка.

Сер. Біологія. – Спецвипуск: Гідроекологія. – Тернопіль. – 2015. – № 3-4 (64). – С. 18- 21.

50. Ситник Ю.М., Шаповал Т.М., Кукля І.Г. та ін. Екологотоксикологічний стан деяких водойм гідроекосистеми річки Сирець //

Екологічний стан водойм м. Києва: [відп. ред. В. А. Кундієв]. – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – С. 30-48

51. Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України до 2020 року»: закон України від 21 грудня 2010 р. № 2818-17 // Відомості Верховної Ради України. – 2011. – № 26. – Ст. 218.