

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра
на тему
«ОЦІНКА ЯКОСТІ ПРИРОДНИХ ВОД НАЦІОНАЛЬНОГО
ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ІЧНЯНСЬКИЙ»»

Виконала: студентка 2 курсу, групи ЗДЕ-63

спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____ / Надія СУХОВІЙ

(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник: к. с.-г. н., доцент

_____ / Олена ГОЛОЛОБОВА

(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри: д. геогр. н, професор

_____ / Надія МАКСИМЕНКО

(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтролер _____ / Аліна ГРЕЧКО

(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ДЕК _____ / Світлана БУРЧЕНКО

(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ /проф. Надія МАКСИМЕНКО

підпис

ім'я та прізвище

«___» _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

_____ Надії Суховій

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи: «Оцінка якості природних вод національного природного парку «Ічнянський»»

керівник роботи Олена Гололобова, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

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

затверджені наказом по університету від «12» листопада 2024 року №4301-5/3648

2. Строк подання студентом роботи «04» грудня 2024 року

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

- надати загальну характеристику НПП «Ічнянський»;
- провести відбір проб поверхневих вод НПП «Ічнянський»;
- оцінити якість поверхневих вод за гідрохімічними показниками;

– розробити рекомендації на підставі результатів дослідження.

План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Опрацювання бібліографічних джерел
2	Проведення польових досліджень
4	Написання кваліфікаційної роботи

5. Дата видачі завдання «05» червня 2024 року

Студентка

підпис

Надія СУХОВІЙ

ім'я і прізвище

Керівник роботи

підпис.....

доц. Олена ГОЛОЛОВА

ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ

**ОЦІНКА ЯКОСТІ ПРИРОДНИХ ВОД НАЦІОНАЛЬНОГО
ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ІЧНЯНСЬКИЙ»**

Надія СУХОВІЙ

Кваліфікаційна робота «Оцінка якості природних вод національного природного парку «Ічнянський»» складає 36 сторінок. Робота містить 4 розділи, 7 підрозділів, 9 рисунків, 5 таблиць та 38 літературних джерел.

Актуальність роботи. Актуальність дослідження якості природних вод національного природного парку загальнодержавного значення «Ічнянський», якій розташований на межі Полісся та Лісостепу, випливає з унікальності водно-болотних ландшафтів цього НПП, які створюються річками Удай та Іченька, численними ставками та озерами.

Метою роботи є оцінка якості поверхневих вод НПП «Ічнянський» Чернігівської області за гіdroхімічними показниками.

Об'єктом дослідження є поверхневі води НПП «Ічнянський» Чернігівської області.

Предмет дослідження : гіdroхімічні показники якості поверхневих вод.

Завдання дослідження:

- надати загальну характеристику НПП «Ічнянський»;
- провести відбір проб поверхневих вод;
- оцінити якість поверхневих вод;

Методи дослідження: аналіз наукової та науково-методичної літератури, аналіз картографічної інформації та звітності національних науково-дослідних центрів, установ та організацій, польовий та лабораторний метод, комп'ютерні методи статистичної обробки даних.

Результати: в усіх пробах було виявлено підвищений вміст міді, цинку та азоту амонійного; в 75% проб було виявлено підвищений рівень хлоридів.

ЯКІСТЬ ВОДИ, ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ПОВЕРХНЕВІ ВОДИ, ВОДНО-БОЛОТНІ ЛАНДШАФТИ, Р. ІЧЕНЬКА, НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРИРОДНИЙ ПАРК.

ANNOTATION

**ASSESSMENT OF THE QUALITY OF NATURAL WATERS OF THE
ICHNYANSKYI NATIONAL NATURE PARK**

Nadiia SUKHOVII

The qualification work “Assessment of the quality of natural waters of the Ichnianskyi National Nature Park” consists of 36 pages. The work contains 4 sections, 7 subsections, 9 figures, 5 tables and 38 references.

Relevance of the work. The relevance of studying the quality of natural waters of the Ichnianskyi National Nature Park of national importance, located on the border of Polissya and Forest-Steppe, stems from the uniqueness of the wetland landscapes of this NNP, formed by the Uday and Ichenka rivers, numerous ponds and lakes.

The purpose of the work is to assess the quality of surface waters of the Ichnianskyi NNP in Chernihiv oblast by hydrochemical parameters.

Object of research is the surface waters of the Ichnianskyi NNP in Chernihiv oblast.

The subject of the research: hydrochemical indicators of surface water quality.

Task:

- to provide a general description of the Ichnianskyi NNP;
- to take samples of surface water;
- to assess the quality of surface water;

Research methods: analysis of scientific and methodological literature, analysis of cartographic information and reports of national research centers, institutions and organizations, field and laboratory methods, computer methods of statistical data processing.

Results: All samples showed elevated levels of copper, zinc, and ammonium nitrogen; 75% of the samples showed elevated levels of chloride.

WATER QUALITY, HYDROCHEMICAL PARAMETERS, SURFACE
WATERS, WETLANDS, ICHENKA RIVER, NATIONAL NATURE PARK.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ	9
1.1 Правові засади управління водними ресурсами в Україні	9
1.2 Історія створення та сучасний стан НПП «Ічнянський».....	10
1.3 Водні об'єкти Ічнянського НПП	12
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ	14
РОЗДІЛ 3. ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	17
3.1 Аналіз гідрохімічних показників води у ставі «Зазим'я»	17
3.2. Аналіз гідрохімічних показників води в ставі «Мисливський».....	22
3.3 Аналіз гідрохімічних показників води в річці Іченька.....	24
3.4 Аналіз гідрохімічних показників води в річці Іченька, біля с. Лучківка	26
РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ НА ПІДСТАВІ ДОСЛІДЖЕННЯ	29
ВИСНОВКИ	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	31

ВСТУП

Актуальність роботи. Актуальність дослідження якості природних вод Національного природного парку загальнодержавного значення «Ічнянський», полягає в унікальності водно-болотних ландшафтів цього парку та його розташування на межі Полісся та Лісостепу.

Метою роботи є оцінка якості поверхневих вод НПП «Ічнянський» Чернігівської області за гідрохімічними показниками.

Об'єктом дослідження є поверхневі води НПП «Ічнянський» Чернігівської області.

Предмет дослідження : гідрохімічні показники якості поверхневих вод.

Завдання дослідження:

- надати загальну характеристику НПП «Ічнянський»;
- провести відбір проб поверхневих вод;
- оцінити якість поверхневих вод;

Методи дослідження: аналіз наукової та науково-методичної літератури, аналіз картографічної інформації та звітності національних науково-дослідних установ та організацій, польовий та лабораторний метод, комп'ютерні методи статистичної обробки даних.

Результати: в усіх пробах було виявлено підвищений вміст міді, цинку та азоту амонійного; в 75% проб було виявлено підвищений рівень хлоридів.

Основна гіпотеза. Стан поверхневих вод піддається антропогенному, кліматичному та природному впливу, що відображається на значеннях їх гідрохімічних показників.

Наукова новизна одержаних результатів: Результати дослідження показують якість поверхневих вод за гідрохімічними показниками в умовах екстремально посушливого літа 2024 року.

Практичне значення. Результати дослідження будуть корисними при плануванні заходів задля відтворення, сталого водокористування та охорони водних екосистем НПП «Ічнянський».

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ

1.1 Правові засади управління водними ресурсами в Україні

Створення багатосторонньої Угоди про асоціацію між Україною, Європейським Союзом і його державами-членами, що відбулося 21.03.2014 р. (ч. I) та 27.06.2014 р. (ч. II) в м. Брюссель, закріплює Україну, як державу, яка віддана в посиленні співпраці у сфері захисту навколишнього середовища та принципам сталого розвитку і зеленої економіки [1].

Сектор «Якість води та управління водними ресурсами» в ЄС чітко встановлюється 6-ма основними водними директивами:

1. Водною рамковою директивою;
2. Паводковою директивою;
3. Рамковою директивою про морську;
4. Директивою про очищення міських стічних вод;
5. Директивою про питну воду;
6. Директивою про нітрати [1, 2].

В основі Водної рамкової директиви ЄС є визнання району річкового басейну основною гідрографічною одиницею управління водними ресурсами. Управління визначеним річковим басейном відбувається на основі «Плану управління річковим басейном», його мета – аналіз стану та створення чіткої програми заходів для досягнення доброго стану поверхневих і підземних водних об'єктів, що представлені на його території [1]. Ця одиниця закріпилась і в статті 131 Водного кодексу України [4].

З 01.02.2017 р. набув чинності Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом». Цей закон привніс зміни до Водного кодексу України, що направлені на здійснення правових положень Водної рамкової директиви Європейського

Союзу (2000/60/ЄС) у практику управління водними ресурсами України [1, 2, 3, 4]. Для подальшої імплементації наказами Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України затверджено такі документи: «Назви суббасейнів та водогосподарських ділянок у межах районів річкових басейнів» [5]; «Порядок розроблення водогосподарських балансів» [6]; «Типове положення про басейнові ради» [7]; «Перелік забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод [8]»; «Про затвердження меж районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок» [9].

В Україні визначено 9 районів річкових басейнів: (рис. 1.1).

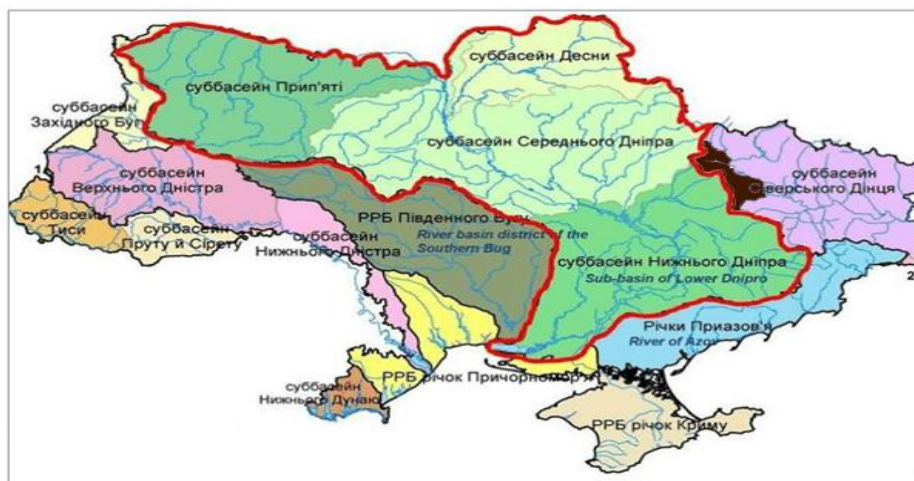


Рис. 1.1 – Картосхема гідрографічного районування території України за районами річкових басейнів, затвердженого у 2016 р. [2]

1.2 Історія створення та сучасний стан НПП «Ічнянський».

Ічнянський Національний природний парк створено згідно Указу Президента України від 21 квітня 2004 року. Розміщується на території Прилуцького району Чернігівської області. Координати: N 50°50.674', E 32°22.622' [10] (Рис. 1.2). Парк є бюджетною, природоохоронною, рекреаційною, культурно-освітньою, науково-дослідною установою

загальнодержавного значення і входить до природно-заповідного фонду України, охороняється як національне надбання, щодо якого встановлюється особливий режим охорони, відтворення та використання. Підпорядковується Міністерству захисту довкілля та природних ресурсів України [11].

В парку є основна територія та територія дендрологічного парку «Тростянець» (Рис 1.3). Особливістю парку є те, що заболочення на території парку 11%, цей показник значно більший у Лівобережному Лісостепу. Болота складають загальну площу 1098,4 га – це трав'яні евтрофні болота, а також лісові болота. Вони формуються вздовж, русел річок Іченьки та Удаю, а також в їх долинах та у зниженнях заплавл. [11]. Ще одна ознака – сумісне домінування граба, граба, клену і липи [12].

Охороняються 52 рідкісних видів рослин: до Додатку I Бернської конвенції занесені 3 види, до Червоної книги України – 15, 37 видів є регіонально рідкісними [11].

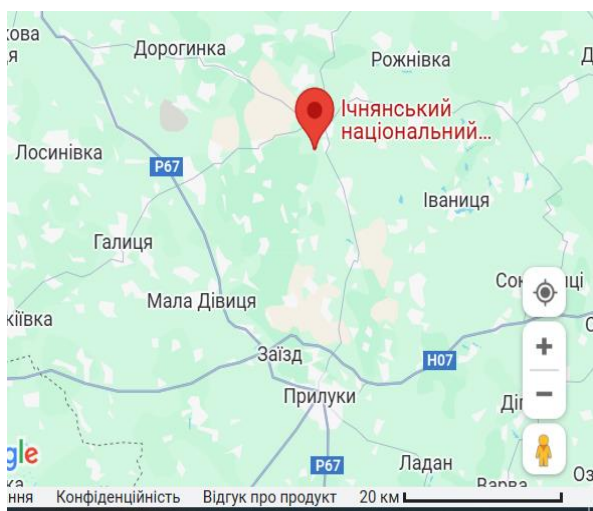


Рис 1.2 – Картографічне розташування ІНПП, [10]

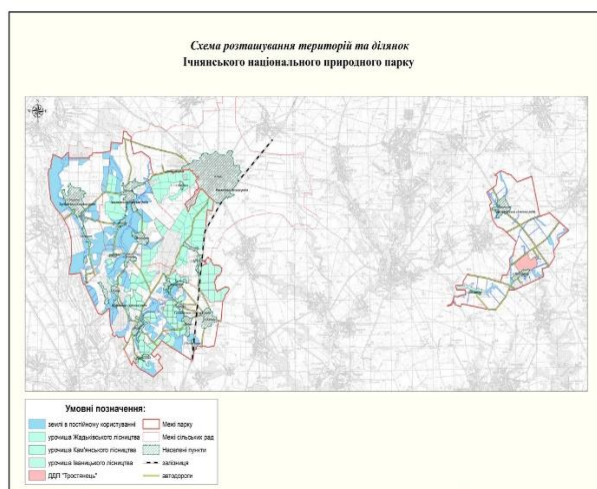


Рис. 1.3 – схема розташування територій та ділянок ІНПП, [11]

1.2 Водні об'єкти Ічнянського НПП

Річка Удай протікає на Придніпровській низовині, Чернігівської та Полтавської області. Права притока Сули (басейн Дніпра). Довжина – 327 км, площа басейну – 7 030 км². Хімічний склад води гідрокарбонатно-кальцієвий

з мінералізацією. Живиться переважно з снігових опадів, але є і підземні води. Найбільші притоки Ліві: Іченька, Смож, Утка, Лисогір, Варва, Журавка, Многа. Праві: Галка, Ставка, Перевід, Вільшанка.

Згідно історичних даних проведення робіт по меліорації і освоєнню перезволожених земель Полісся [13], по руслу річки Удай було створено серію дамб (Рис 1.4).

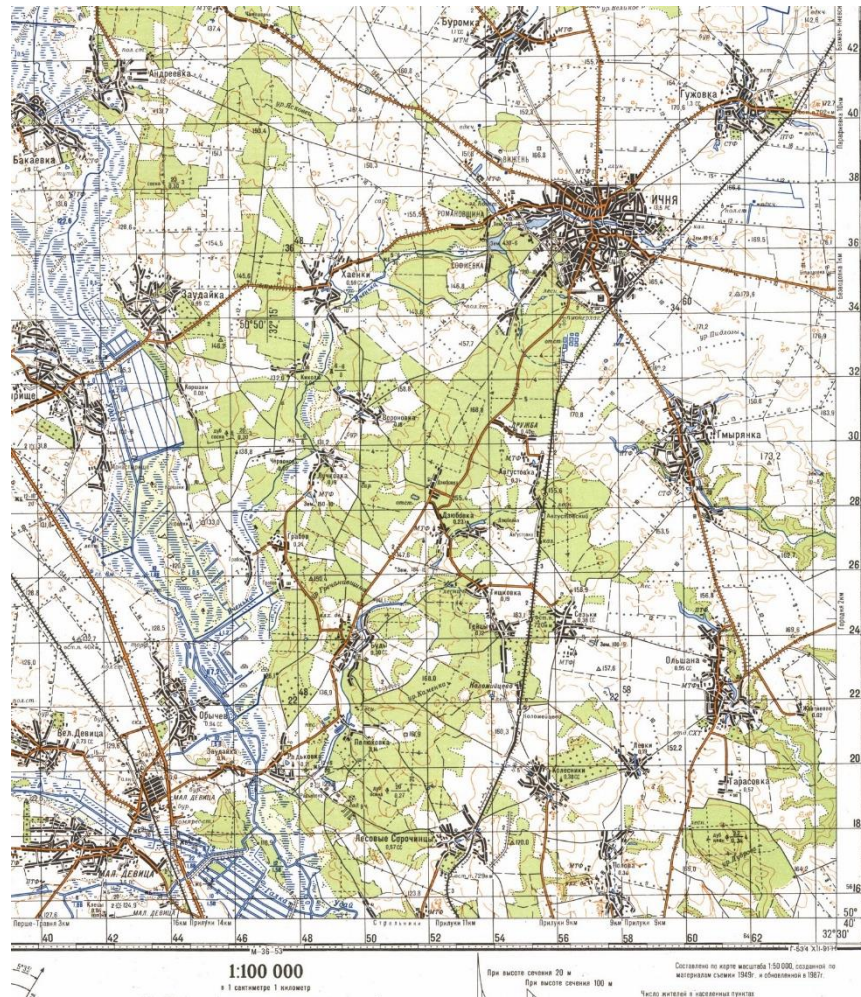


Рис.1.4 – Карта стану місцевості, Ічня, Чернігівська область, 1987р. [14]

Іченька – річка в Ічнянському районі Чернігівської області, ліва притока Удаю (басейн Дніпра). Довжина 26 км, площа басейну 167 км². Долина асиметрична, завширшки до 2,5 км. Річище слабозвивисте. Похил річки 0,93 м/км. Живлення мішане. [15]. Річка Іченька починається сходу від міста Ічні

(Рис 4) Тече спочатку на захід, а перед селом Хаєнки міняє напрямок на південно-західний. Загальна довжина - майже 30 км.

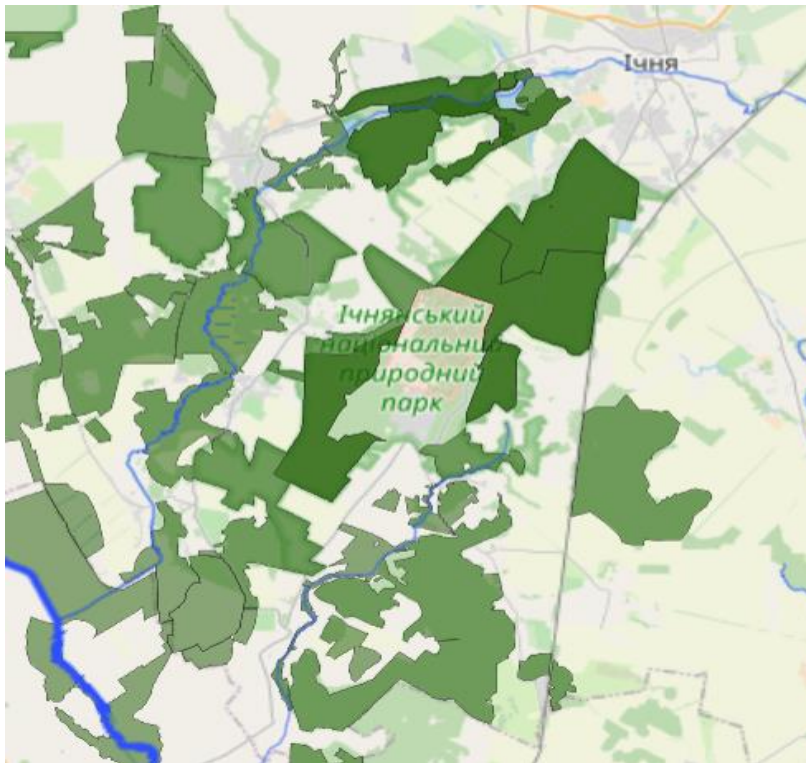


Рис.1.5 – Картографічне зображення протікання р. Іченька по відношенню до ІНПП та м. Ічня.

Живлення мішане: атмосферні опади (переважають) та підземні води. Замерзає на початку грудня, скресає у березні. Заплава заболочена, плесо проглядається подекуди на великих відкритих ділянках [15]. Іченька має 14 приток. Навесні притоки наповнюються, але літом міліють, місцями пересихають.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Нормування якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення

Згідно зі Статтею 36 Водного кодексу України для оцінки можливостей використання води з водних об'єктів для потреб населення та галузей економіки встановлюються нормативи, які забезпечують безпечні умови водокористування, а саме:

- гранично допустимі концентрації речовин у водних об'єктах, вода яких використовується для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення;
- гранично допустимі концентрації речовин у водних об'єктах, вода яких використовується для потреб рибного господарства [4].

Нормування якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення здійснюється із застосуванням «Гігієнічних вимог до складу та властивостей води водних об'єктів в пунктах господарсько-питного і культурно-побутового водокористування», які є додатком 11 до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів» (ДСП 173-96), затверджених наказом МОЗ України від 19.06.1996 р. №173, зі змінами – наказ МОЗ України від 18.05.2018 р. № 952 [16].

Культурно-побутове водокористування передбачає: купання, зайняття спортом та відпочинок населення.

Гігієнічні вимоги встановлено за такими показниками якості води: суспензовані речовини; плаваючі домішки (речовини); запахи; забарвлення; температура; рН; мінералізація; БСК_{повне}; ХСК; збудники захворювань; лактозопозитивні кишкові палички; коліфаги; життєздатні яйця гельмінтів, життєздатні цисти патогенних кишкових найпростіших. Хімічні речовини не

повинні міститися в концентраціях, що перевищують гранично допустимі концентрації або орієнтовно допустимі рівні [16].

ГДК – максимальні концентрації, при яких речовини не мають прямого або опосередкованого впливу на стан здоров'я населення (при впливі на організм протягом всього життя) і не погіршують гігієнічні умови водокористування [4, 17].

ОДР – орієнтовно допустимі рівні вмісту речовин у воді, розроблені на основі розрахункових та експрес-експериментальних методів прогнозу токсичності [4, 17].

Лімітуюча ознака шкідливості – показник, за яким встановлюється гігієнічний норматив шкідливої хімічної речовини у воді та який визначається за мінімальною концентрацією, яка впливає безпосередньо на організм людини (санітарно-токсикологічна ознака шкідливості) та процеси самоочищення водойм (загально-санітарна ознака шкідливості) [18].

У травні 2022 р. наказом МОЗ України від 02.05.2022 р. № 721 затверджені «Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення» [17].

Нормативи встановлено за багатьма показниками: завислі речовини; плаваючі домішки; запахи; забарвлення; температура; рН; мінеральний склад; БСК₂₀; ХСК. Як і в вищевказаному регламенті хімічні речовини не повинні міститися в концентраціях, що перевищують ГДК або ОДР. [17]. У вищезазначеному Наказі наведено перелік ГДК хімічних речовин у воді водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення, вказано показники лімітуючої ознаки шкідливості, клас небезпеки [17].

Характеристика вод водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Показники складу та властивостей вод водних об'єктів для господарсько-побутового, водокористування в оздоровчих, рекреаційних цілях [17]

Показник	Нормативні вимоги
Плаваючі домішки (речовини)	На поверхні водних об'єктів не повинні виявлятися плаваючі плівки, плями мінеральних масел та скупчення інших домішок.
Запахи	Вода не повинна набувати невластивих їй запахів інтенсивністю більше 1 балу, які виявляються безпосередньо
Забарвлення	Не повинно виявлятися у стовпчику 10 см
Водневий показник [рН]	Не повинен виходити за межі 6,5–8,5.
Мінеральний склад	Не повинен перевищувати за сухим залишком 1000 мг/дм ³ , у тому числі хлоридів – 350 мг/дм ³ , сульфатів – 500 мг/дм ³ .
Хімічні речовини	Не повинні міститися в концентраціях, що перевищують ГДК або ОДР.

Склад та властивості води водних об'єктів або його частин першої та другої категорії водокористування за жодним з показників не повинні перевищувати нормативи, наведені у додатку 1 до цих Гігієнічних нормативів. Вміст хімічних речовин у воді водних об'єктів або його частин не повинен перевищувати гранично допустимі концентрації (далі – ГДК) та орієнтовно допустимі рівні (далі – ОДР) речовин у воді водних об'єктів, наведені у додатку 2 до цих Гігієнічних нормативів [17].

У разі присутності у воді водного об'єкта двох або більше хімічних речовин 1 і 2 класів небезпеки, які визначаються Всесвітньою організацією охорони здоров'я, з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості, сума відношень фактичної концентрації кожної з них до відповідного ГДК не повинна перевищувати одиницю:

$$(C_1/\text{ГДК}_1) + [C_2/\text{ГДК}_2] + (C_n/\text{ГДК}_n) \leq 1$$

[1]

Де $C_1, \dots, C_n$ – концентрації речовин, виявлених у воді водного об'єкта;
 $ГДК_1, \dots, ГДК_n$ – ГДК тих же речовин [17].

РОЗДІЛ 3

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Аналіз гідрохімічних показників води у ставі «Зазим'я»

Став «Зазим'я» розташований на території Національного природного парку «Ічнянський» в господарській зоні. Історично він утворився рукотворно, шляхом загачування річки Іченьки дамбою.

В ставі водиться риба: лин, щука, карась, окунь, червонопірка; проживає птиця: лебеді, качки, чаплі, бобри. А також до ставу заходять дикі кабани. Виллов риби дозволяється поза нерестовим періодом в екологічний спосіб.

Пробу було відібрано в районі створеної дамби, що обмежує потік води зі ставу до річки Іченька на межі господарської та заповідної зон.

Чернігівська область, на території якої знаходиться ІНПП була охоплена літньою посухою. [20]. Проби було відібрано в літній період в умовах посухи. На рис. 3.1, 3.2 представлені супутникові знімки в травні та серпні місяцях 2024 року. На них чітко відслідковується динаміку пересихання ставу та річки Іченька, що виходить зі ставу.

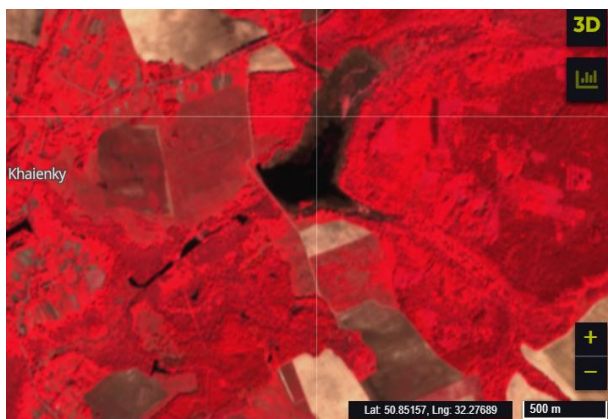


Рис 3.1 – Супутниковий знімок. Став Зазим'я. Стан місцевості на 01.05.2024

[21]

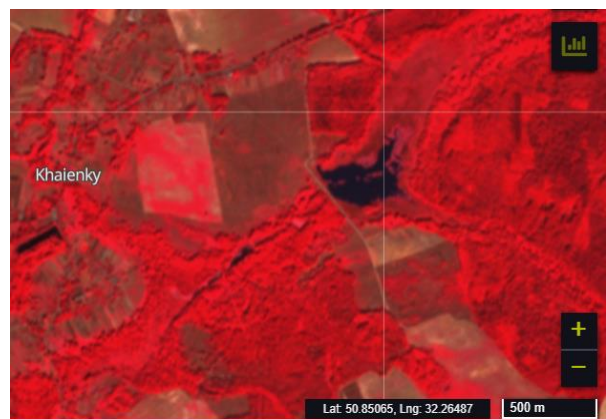


Рис 3.2 – Супутниковий знімок. Став Зазим'я. Стан місцевості на 29.08.2024

[21]

Результати визначення гідрохімічних показників води в ставі «Зазим'я» представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Гідрохімічні показники води в ставі «Зазим'я», 2024

Показник	Значення показника	ГДК, мг/дм ³ (ДСП 173-96)	Лімітуюча ознака шкідливості	ГДК для рибогосп одарських водойм [22]	Клас небезпеки
рН	8,4	6,5-8,5		6,5-8,5	
Азот амонійний, мг/дм ³	0,8	2,0	санітарно-токсикологічна	0,05	3
Запах	0				
Прозорість	12	>10		15	
Нітрити, мг/дм ³	0,001	3,3	санітарно-токсикологічна	0,1	3
Нітрати, мг/дм ³	29	45	санітарно-токсикологічна	40	3
Хлориди, мг/дм ³	384	350	Органолептична, надає воді стороннього присмаку	300	4
Лужність, ммоль/дм ³	10,8	-	-	-	
Жорсткість, ммоль/дм ³	10,6	-	-	-	
Залізо, мг/дм ³	0,003	0,3	Органолептична, впливає на забарвлення	0,1	3
Цинк, мг/дм ³	0,067	1,0	вплив речовини на загальний санітарний режим водного об'єкта	0,01	3
Мідь, мг/дм ³	0,007	1,0	Органолептична.	0,001	3
Марганець, мг/дм ³	0,0003	0,1	Органолептична, впливає на забарвлення	0,05	3
Кадмій, мг/дм ³	0,0001	0,001		0,005	2
Хром [Cr ⁶⁺], мг/дм ³	0,0001	0,05	санітарно-токсикологічна	0,001	3

Досліджувана вода є слаболужною, показник відповідає верхній допустимій границі норми для ставової води. Така реакція відповідає кліматичній періодичності, сезонному росту водоростей та рослин, свідчить

про активність ґрунту в ставі . Дані умови на межі загрози популяції риб в ставку, але потребують активного динамічного спостереження. Бажано повторити пробу після дощів.

Відсутність запаху свідчить низький рівень бактеріальних, хімічних, водних агентів ставу, що спричиняють неприємні запахи.

Аміак, показник газового режиму та один з кінцевих продуктів метаболізму в організмі білків. Аміак у воді є показником розпаду органічних білкових сполук.

Для господарчих потреб в ставі рівень аміаку нижчий за показник граничної концентрації, а для рибогосподарських водойм – перевищує в 16 раз.

Аміак є токсичним для водних організмів, і корелює з рН. Аміачний азот $[NH_3-N]$ має більш токсичну форму при високому рН і менш токсичну форму при низькому рН. Крім того, токсичність аміаку зростає з підвищенням температури [23]. Аміак має найбільш суттєвий вплив на репродуктивну здатність безхребетних і ріст нащадків [24].

Чим більша розчинність, тим більше кількість повітря, необхідного для видалення певної кількості аміаку. Температура рідини може впливати на ефективність видалення аміаку. При даному рН відсоток аміачного азоту, зростає з температурою; розчинність аміаку у воді збільшується зі зниженням температури. Чим більша розчинність, тим більша кількість повітря потрібна для видалення певної кількості аміаку [25]. Рівень аміаку корегується під впливом нітрифікації. Нітрифікація – це процес перетворення аміаку на нітрит, а потім на нітрат. Більшість нітрифікації відбувається аеробне, тобто з залученням кисню. Послідовність процесу: амоній $[NH_4^+]$ і органічний азот окислюється до нітрату $[NO_3^-]$ з проміжним утворенням нітриту $[NO_2^-]$. Перший етап: $2NH_4^+ + 3O_2 \rightarrow 2NO_2^- + 4H^+ + 2H_2O$. Другий етап: $2NO_2^- + O_2 \rightarrow 2NO_3^-$. [26]

Прозорість води в ставку достатньо висока як для ставка в засушливий період.

Нітрити у воді ставу мають показник нижче ГДК. Це на перший погляд добре, але якщо взяти співвідношення азоту, нітритів та нітратів (нітрати достатньо безпечніші, ніж нітрити), то ми можемо зробити висновок про те, що азот недостатньо окислюється на 1 етапі (див табл.3.1). Неповноцінність першого етапу нітрифікації може відбуватись з багатьох причин: головні – це недостатність кисню та мала кількість нітрифікуючих бактерій. Для розщеплення 1 молекули амонію потрібно 3 молекули кисню, а 2 етап достатньо виражений, то ми стверджуємо, що в ставку недостатньо розчиненого у воді кисню. Причини: мала рухомість води, недостатнє потрапляння кисню з дощовими опадами.

Кліматичний фактор, а саме підвищення температури повітря і, як наслідок – води, згідно досліджень Казуічі Ісака, суттєво не впливає на нітрифікацію до підняття температури води до 40 градусів. [27].

Вміст хлоридів перевищує ГДК для води риболовних ставків перевищена, так і ГДК води для господарських потреб. Це становить екологічну небезпеку та потребує виявлення причин. Причинами в таких зонах заповідності можуть бути розчинення природних мінеральних солей, наприклад перит, сальвін, бішофіт $[MgCl_2 \cdot 6H_2O]$ та ін., останній, за даними Чернігівської ОДА, представлений в області [28]. Також в області є мінеральні води. Не можливо точно стверджувати, що на території ставу, що вони містяться в надрах, але можемо стверджувати, що біля нього є Новоподільське родовище бішофіту [Ділянка-Центральна, Чернігівська область, м. Чернігів, Ічнянський район, м. Ічня, поблизу західної околиці с. Новий Поділ [29], що розвідується . Так як течія річки Іченька протікає через місто Ічня, то показники хлору напряду корелюються з показниками хлору в стічних водах з доріг міста та аграрного сектору міста, (даний став знаходиться нижче по течії ставу Мисливський, в якому показники хлоридів 524 мг/дм^3). З цих показників ми можемо стверджувати, що фільтраційна можливість природних середовищ є високою: вище по течії – 524, нижче по течії –384.

В Чернігівській області розвинена аграрна ланка. Одним з добрив, що вноситься під зернові культури є калійні добрива, а саме калію хлорид [30].

Залізо, цинк, мідь кадмій та хром: вміст цих важких металів суттєво нижчі за ГДК згідно господарської цілі призначення.

Цинк - необхідний елемент для тваринного та рослинного світу. В організмі цинк скорочує токсичну дію кадмію та міді. При недостатності цинку в флорі порушується обмін вуглеводів і білків, зменшується вміст хлорофілу [31]. Надмірна концентрація цинку веде до зниження темпів розвитку риб, погіршує їх плодючість, порушуються репродуктивні функції, поведінку та рефлекс [23].

Згідно з рибогосподарським нормативами показники цинку перевищують ГДК в 6 разів. Основним джерелом цинку в природні водойми є мінерал сфалерит (ZnS). Немає відомостей про залягання цього мінералу в дотичних територіях до ставу, але вміст рухомого цинку в ґрунтах Чернігівської області вищий, ніж в інших областях України (рис. 3.3).

Згідно з рибогосподарським кодексом показники міді перевищують в 7 разів. Основними джерелами потрапляння міді у природні водойми є шахтні стокові води рудників (біля даного ставу вони відсутні), стічні води установ металургійної і хімічної промисловості (також відсутні), продукти корозії мідних конструкцій, техніки, поверхневий змив із сільськогосподарських ділянок, які обробляються мідними сполуками, наприклад, мідним купоросом [23]. Мідь незамінна процесах фотосинтезу та обміні азоту водоростей, входить до складу ензимів і кофакторів, пришвидшує окисно-відновні реакції, гідролітичні процеси. Мідь бере участь тканинному диханні, кровотворенні риб [31]. Основною мішенню токсичної дії міді на рибу є її зябра. Високі концентрації міді призводять до швидкої смертності, частково внаслідок гіпоксемії. Окрім порушення газообміну, мідь також впливає на сольовий баланс, кислотно-лужний баланс і виведення аміаку [32]. Підвищений рівень міді та аміаку взаємо підсилює патологічні зміни та суттєво погіршує виживання риби у ставу.

Вміст рухомої міді в ґрунтах Чернігівської області низький [33], тому ґрунт не може бути джерелом підвищення вмісту міді у воді.

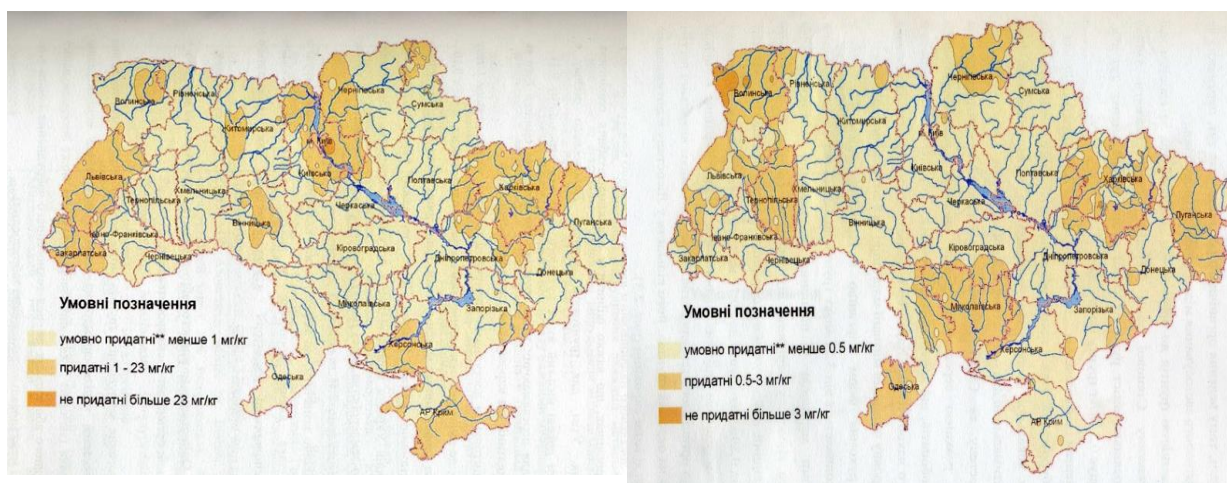


Рис. 3.3 – Картосхема розповсюдження цинку в ґрунтах України [33]

Рис. 3.4 – Картосхема розповсюдження цинку в ґрунтах України [33]

Мідь як природний фунгіцид, якій підвищує опір до грибкових уражень, бактеріальних захворювань, активно використовується в аграрному секторі, це може бути імовірним джерелом системного щорічного надходження його сполук до ґрунтів і природних поверхневих вод [34]. Беручи до уваги такі антропогенні чинники як протікання річки Іченька через місто, просочування в поверхневі води сполук міді з мінеральних добрив та протигрибкових сполук, можна зробити попередній висновок про багатофакторний антропогенний вплив на вміст цинку та свинцю в водах ставу.

Вміст марганцю, кадмію та хрому (Cr^{6+}) не перевищує ГДК.

3.2. Аналіз гіdroхімічних показників води в ставі «Мисливський».

Став, з історичних та картографічних відомостей утворений рукотворно, шляхом створення дамби. Даний став не знаходиться в межах Ічнянського НПП, а на території м. Ічня, оточений приватним сектором. Став має місцеве значення та підпорядкований територіальній громаді.

Гідрохімічні показники води в ставі «Мисливський» представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Гідрохімічні показники води в ставі «Мисливський», 2024

Показник	Значення показника	ГДК, мг/дм ³ (ДСП 173-96)	Лімітуюча ознака шкідливості	ГДК для рибогосподарських водойм [22]	Клас небезпеки
рН	7,8	6,5–8,5		6,5–8,5	
Азот амонійний, мг/дм ³	2,0	2,0	санітарно-токсикологічна	0,05	3
Запах	2	-		-	
Прозорість	0	>10		15	
Нітрити, мг/дм ³	0,001	3,3	санітарно-токсикологічна	0,1	3
Нітрати, мг/дм ³	16	45	санітарно-токсикологічна	40	3
Хлориди, мг/дм ³	524	350	Органолептична, надає воді стороннього присмаку	300	4
Лужність, ммоль/дм ³	8,0			-	
Жорсткість, ммоль/дм ³	9,6			-	
Залізо, мг/дм ³	0,0083	0,3	Органолептична, впливає на забарвлення	0,1	3
Цинк, мг/дм ³	0,0422	1,0	вплив речовини на загальний санітарний режим водного об'єкта	0,01	3
Мідь, мг/дм ³	0,0044	1,0	Органолептична, надає воді стороннього присмаку	0,001	3
Марганець, мг/дм ³	0	0,1	Органолептична, впливає на забарвлення	0,05	3
Кадмій, мг/дм ³	0	0,001		0,005	2
Хром [Cr ⁶⁺], мг/дм ³	0,0001	0,05	санітарно-токсикологічна	0,001	3

Водневий показник в межах норми, згідно обох законодавчих актів. Азот амонійний перевищує нормування в критичних межах. Виживання флори і фауни в такому ставку досить специфічне: підвищується ріст і розвиток синьо зелених водоростей, фітопланктону. Досліди Danielle A. Greco та співавторів показали, що рівень хлоридів та поживних речовин впливає на загальну численність і біомасу фітопланктону та протистів – вони зростають зі збільшенням концентрації хлоридів, але продуктивність їх знижується зі збільшенням рівня хлоридів. Підвищення вмісту хлоридів у воді зменшує чисельність таксономічних одиниць зоопланктону [35]. Цей показник потребує об'єктивізації в плані уточнень можливості джерел забруднення ставку стічними водами суб'єктами господарської діяльності через недотримання вимог водного законодавства. Прозорість напряду пов'язана з підвищенням рівнем амонію у воді. Ще одна причина – розкладання фітопланктону, що ще більше забруднює водойму, та пригнічує тваринні види [36, 37]. Показники заліза в межах норми.

Хлориди перевищують норму в 1,5 разів. Можна припустити, що близькість до приватного сектору (посипання доріг) та аграрного сектору грає свою роль. При такому вмісту хлору у ставі розвиток таксономічних одиниць буде під загрозою та з часом перерозподілиться та адаптується [38]. Вміст цинку не перевищує ГДК для господарсько-побутових та інших потреб, а згідно рибогосподарських нормативів перевищує ГДК у 4 рази. Вміст міді для господарсько-побутових та інших потреб не перевищує норму, а згідно рибогосподарських водойм у 4 рази перевищує. Джерела забруднення ми вважаємо тотожними з розглянутими вище. Рівень марганцю, кадмію, хрому в межах допустимих концентрацій.

3.3 Аналіз гідрохімічних показників води в річці Іченька

Пробу води відібрано з річці Іченька на території заповідної зони ІНПП, неподалік від дамби, що обмежує вихід води зі ставу Зазим'я. Результати

визначення гідрохімічних показників води в річці Івченка представлені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Гідрохімічні показники води в річці Іченька, 2024

Показник	Значення показника	ГДК, мг/дм ³ (ДСП 173-96)	Лімітуюча ознака шкідливості	ГДК для рибогосподарських водойм [22]	Клас небезпеки
рН	6,508	6,5-8,5		6,5-8,5	
Азот амонійний, мг/дм ³	4,0	2,0	санітарно-токсикологічна	0,05	3
Запах	3	-		-	
Прозорість	10	>10		15	
Нітрити, мг/дм ³	0,001	3,3	санітарно-токсикологічна	0,1	3
Нітрати, мг/дм ³	4	45	санітарно-токсикологічна	40	3
Хлориди, мг/дм ³	354	350	Органолептична, надає воді стороннього присмаку	300	4
Лужність, ммоль/дм ³	10,2			-	
Жорсткість, ммоль/дм ³	9,8			-	
Залізо, мг/дм ³	0,0099	0,3	Органолептична, впливає на забарвлення	0,1	3
Цинк, мг/дм ³	0,0596	1,0	вплив речовини на загальний санітарний режим водного об'єкта	0,01	3
Мідь, мг/дм ³	0,0052	1,0	Органолептична, надає воді стороннього присмаку	0,001	3
Марганець, мг/дм ³	0,0001	0,1	Органолептична, впливає на забарвлення	0,05	3
Кадмій, мг/дм ³	0,0001	0,001		0,005	2
Хром [Cr ⁶⁺], мг/дм ³	0	0,05	санітарно-токсикологічна	0,001	3

Водневий показник в межах норми. Спостерігається критична для живих організмів концентрація аміаку у воду, що перевищує норму, згідно рибогосподарського нормативу в 80 разів, а для вод господарського призначення – в 2 рази. Отже ситуація в річці прикра. Пробу було проведено в посушливий період, за високої температури повітря, плин річки сповільнений рівним ландшафтом, а постачання в річку води обмежено дамбою та відсутністю опадів. Вживання видів в даній ситуації має критичний характер.

Запах присутній, зумовлений розкладанням біологічних складових ставу.

Прозорість – згідно господарських потреб – не перевищує ГДК, а згідно рибогосподарського призначення – знижена.

Нітрити та нітрити не перевищують граничних концентрацій, але їх показники також вказують про повільний процес нітрифікації.

Вміст хлоридів складає 270 мг/дм³ і не перевищує граничних концентрацій. Вище по течії річки в ставі Зазим'я хлориди становили 384 мг/дм³ – це свідчить про високий абсорбційний та очисний потенціал природніх водойм.

Вміст заліза також не перевищує ГДК. Перевищення рибогосподарського ГДК за цинком у 6 разів. Вміст міді перевищує рибогосподарське ГДК у 6 разів також. Вміст марганцю, кадмію, хрому (Cr⁶⁺) в межах норми.

3.4 Аналіз гідрохімічних показників води в річці Іченька, поблизу с. Лучківка

Місце знаходиться на території Ічнянського Національного парку в заповідній зоні. Зі слів працівника ІНПП: «В даному місці річка пересохла цього року дуже сильно, в порівнянні з попередніми роками».

Результати визначення гідрохімічних показників води в річці Іченька, поблизу с. Лучківка, представлені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

Гідрохімічні показники води в річці Іченька, поблизу с. Лучківка, 2024

Показник	Значення показника	ГДК, мг/дм ³ (ДСП 173-96]	Лімітуюча ознака шкідливості	ГДК для рибогосподарських водойм [22]	Клас небезпеки
рН	7,378	6,5-8,5		6,5-8,5	
Азот амонійний, мг/дм ³	2,0	2,0	санітарно-токсикологічна	0,05	3
Запах	3	-		-	
Прозорість	10	>10		15	
Нітрити, мг/дм ³	0,001	3,3	санітарно-токсикологічна	0,1	3
Нітрати, мг/дм ³	4	45	санітарно-токсикологічна	40	3
Хлориди, мг/дм ³	354	350	Органолептична, надає воді стороннього присмаку	300	4
Лужність, ммоль/дм ³	10,2			-	
Жорсткість, ммоль/дм ³	9,8			-	
Залізо, мг/дм ³	0,0099	0,3	Органолептична, впливає на забарвлення	0,1	3
Цинк, мг/дм ³	0,0596	1,0	вплив речовини на загальний санітарний режим водного об'єкта	0,01	3
Мідь, мг/дм ³	0,0052	1,0	Органолептична, надає воді стороннього присмаку	0,001	3
Марганець, мг/дм ³	0,0001	0,1	Органолептична, впливає на забарвлення	0,05	3
Кадмій, мг/дм ³	0,0001	0,001		0,005	2
Хром [Cr ⁶⁺], мг/дм ³	0	0,05	санітарно-токсикологічна	0,001	3

Водневий показник в межах норми. Азот амонійний перевищує гранично-допустимі концентрації, згідно рибогосподарського нормативу в 40 разів, а для господарського призначення – ні. Аміак добре розчинний у воді та швидкий в перенесенні, отож має високий потенціал до трансформації.

В даному об'єкті вода рухається з мінімальною швидкістю, тому цей потенціал нівелюється. Перевищення концентрації аміаку у воді, підвищена температура повітря та висхідний малий рівень води в річці зумовило та ще більше підсилює відмирання органічної складової річки, що ще більше посилює рівень аміаку.

Запах – Присутній, зумовлений розкладанням біологічних складових.

Прозорість не перевищують нормативних показників.

Нітрити та нітрати не перевищують граничних концентрацій, але їх показники також вказують про сповільнений процес нітрифікації.

Вміст хлоридів перевищує гранично-допустимі концентрації згідно рибогосподарського нормативу, а для господарського призначення перевищення несуттєве. Село Лучківка знаходиться на деякій відстані від місця взяття проби та малочисельним, в ньому відсутні підприємства чи осередки багаточисельного сільського господарства. Джерело, що підвищує вміст хлоридів у водоймі потрібно додатково з'ясовувати, тому, що виявляється стрибки у вмісті хлоридів по ходу протікання річки.

Вміст заліза не перевищує ГДК. Вміст цинку і міді перевищує рибогосподарське ГДК в 5 разів. Вміст марганцю, кадмію, хрому (Cr^{6+}) в межах норми.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ НА ПІДСТАВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Став громадського призначення є менш адаптивний для біологічного різноманіття, в порівнянні зі ставом ІНПП. Це свідчить про доцільність створення НПП, а також потребує підвищеної уваги для збереження сталості ставу на території ІНПП.
2. Зміни клімату впливає на погіршення стану річок ІНПП, що робить став «Зазим'я» осередком збереження біологічного різноманіття.
3. Провести додаткове дослідження концентрації розчиненого кисню оксиметром. При недостатніх показниках – забезпечити достатній процес самоочищення ставу «Зазим'я», зокрема необхідно провести аераційні заходи (наприклад: застосувати водяні насоси чи компресори), штучно відновити популяцію нітрифікуючих бактерій, а також інших мікроорганізмів, що сприяють самоочищенню ставка.
4. Для з'ясування ступеню антропогенного впливу міста Ічня на рівні хлору, аміаку, цинку та міді– провести дослідження якості води у районі витоку річки Іченька перед містом. Якщо рівень цих речовин буде нижчим, то слід провести розслідування компетентних органів для виявлення причини скиду таких речовин з міста у річку.

ВИСНОВКИ

1. Зрівняння показників проб води в Ічнянському Національному парку та ставі загально громадського призначення показало суттєву відмінність показників, особливо звертає на себе увагу перевищення показнику хлоридів та аміаку що настановує на думку про їх антропо-, гео- і техногенне походження.

2. Показники цинку та міді в чотирьох пробах однаково підвищені, що говорить про поширення забруднення.

3. Довготривала відсутність опадів та обміління річок приводить до мінімальної можливості процесів самоочищення водних об'єктів, що в свою чергу приводить до погіршень умов виживання біологічного різноманіття, а в деяких випадках критичного зниження видового наповнення.

4. Для сталого водокористування необхідно систематично проводити додаткове дослідження концентрації розчиненого кисню оксиметром. При недостатніх показниках – забезпечити достатній процес самоочищення використовуючи біологічні методи очищення, штучно відновлювати популяції нітрифікуючих бактерій, а також інших мікроорганізмів, що сприяють самоочищенню ставка.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Проект ЄС «Додаткова підтримка Міністерства екології та природних ресурсів України у впровадженні Секторальної бюджетної підтримки» Якість води та управління водними ресурсами: короткий опис Директив ЄС та графіку їх реалізації. К.: 2014, С. 10. URL: https://buvrtyisa.gov.ua/newsite/download/Water_brochure.pdf (Дата звернення 02.09.2024).
2. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. Т.1(44). С. 8–20. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2021.2.1>
3. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом : Закон України від 04.10.2016 № 1641-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1641-19#Text> (дата звернення: 04.12.2024).
4. Водний кодекс України : Кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР : станом на 15 листопада 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр#Text> (дата звернення: 04.12.2024).
5. Про виділення суббасейнів та водогосподарських ділянок у межах встановлених районів річкових басейнів : Наказ М-ва екології та природ. ресурсів України від 26.01.2017 № 25 : станом на 22 жовтня 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0208-17#Text> (дата звернення: 04.12.2024).
6. Про затвердження Порядку розроблення водогосподарських балансів Мінприроди України; Наказ, Порядок, Форма типового документа від 26.01.2017 № 26 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0232-17#Text> (Дата звернення 02.09.2024).

7. Про затвердження Типового положення про басейнові ради Мінприроди України; Наказ, Положення від 26.01.2017 № 23 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-17#Text> (Дата звернення 02.09.2024).

8. Про затвердження Переліку забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод. Наказ Мінприроди України; Наказ від 06.02.2017 № 45. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0235-17#Text> (Дата звернення 02.09.2024).

9. Про затвердження Меж районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок Мінприроди України; Наказ, Схема, Опис від 03.03.2017 № 103 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0421-17#Text> (Дата звернення 02.09.2024).

10. Картографічні дані Google 2024. URL: https://www.google.com/maps/@51.5680726,32.264065,12z?entry=tту&g_ep=EgoyMDI0MTEwNy4wIKXMDSoJLDEwMjExMjMzSAFQAww%3D%3 (Дата звернення 02.09.2024).

11. Ічнянський національний природний парк. Офіційний сайт Ічнянського НПП. URL: <http://ichn-park.in.ua/> (Дата звернення 02.09.2024).

12. Департамент агропромислового розвитку Чернігівської обласної державної адміністрації. URL: <https://apk.cg.gov.ua/index.php?id=5826&tp=2&offset=1> (Дата звернення 02.09.2024).

13. Про план меліорації земель на 1976–1980 роки і заходи по поліпшенню використання меліорованих земель в Українській РСР, Постанова від 14.09.1976 № 454 (Чинний), URL: <https://ips.ligazakon.net/document/KP760454> (Дата звернення 02.09.2024).

14. Міста та села України на картах. Карти міст України, Ічня – докладна паперова карта для друку URL:

<https://maps.dokladno.com/map.php?obl=27&raj=166&np=311&s=r> (Дата звернення 03.09.2024).

15. Барановська О. В. Іченька. Енциклопедія Сучасної України. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2011. URL: <https://esu.com.ua/article-12872>

16. ДСП 173-96: Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Наказ МОЗ України від 19.06.1996 р. №173, зі змінами – наказ МОЗ України від 18.05.2018 р. № 952. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text> (Дата звернення 02.09.2024).

17. Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.05.2022 р. № 721. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text> (Дата звернення 02.09.2024).

18. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010 № 400. Станом на 22.03.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (Дата звернення 02.09.2024).

19. Copernicus: June 2024 marks 12th month of global temperature reaching 1.5°C above pre-industrial. Джерело даних: ERA5. Авторство: Copernicus Climate Change Service /ECMWF, URL: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-june-2024-marks-12th-month-global-temperature-reaching-15degc-above-pre-industrial>.

20. АПК ІНФОРМ. Україна: агрометеорологічні умови другої декади серпня 2024 року. Укргідрометеоцентр, URL: <https://www.apk-inform.com/uk/meteocond/1543373>

21. Sentinel-hub EO-Browser3. *Dashboard*. URL: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>. (дата звернення 05.12.2024).

22. Гранично допустимі значення показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм: [№ 12-04-11 чинний від 09-08-1990]. — К: Міністерство рибного господарства. 1990.
23. William A. Wurts; Daily pH Cycle and Ammonia Toxicity, June 2003, World Aquaculture 34(2) P. 20–21.
24. Tian-Xu Zhang, Ming-Rui Li, Chen-Liu, Shuping Wang; A review of the toxic effects of ammonia on invertebrates in aquatic environments: A focus on bivalves and crustaceans, August 2023 Environmental Pollution [336\(4\):122374 DOI:10.1016/j.envpol.2023.122374](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122374)
25. Ju-Chang Huang, Chii Shang. Air Stripping, November 2007, Advanced Physicochemical Treatment Processes. P.47–79.
26. Sswm. Nitrification. URL: <https://sswm.info/content/nitrification>
27. Kazuichi Isaka, Hidemi Matsuoka, Toshifumi Osaka, Satoshi Tsuneda. Effects of High Temperature on the Nitrification Performance using Moving Bed Bioreactor. 58(2): 2022. P. 61–70. [DOI: 10.2521/jswtb.58.61](https://doi.org/10.2521/jswtb.58.61)
28. Охорона навколишнього природного середовища. Стан довкілля Чернігівської області інформаційно-аналітичний огляд за 2022 рік, URL: <https://eco.cg.gov.ua/index.php?id=15801&tp=1&pg>
29. Державна служба геології та надр України. Наказ від 6 березня 2018 року N 82, Про внесення змін до Річного плану здійснення заходів державного нагляду (контролю) Державною службою геології та надр України на 2018 рік, затвердженого наказом Держгеонадр від 28.11.2017 N 523, URL https://ips.ligazakon.net/document/view/FN037370?ed=2018_12_14
30. Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2001 – 500 с.
31. S. R. Mousavi; M. Galavi and M. Rezaei. The interaction of zinc with other elements in plants: a review. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. https://www.researchgate.net/publication/234062115_The_interaction_of_zinc_with_other_elements_in_plants_A_review

32. Дудник С. В., Євтушенко М. Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування монографія. Київ – 2013. 298 с. URL:

<https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u104/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F-%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F.pdf>

33. Оцінювання мікроелементного складу ґрунтів України для ведення органічного землеробства / за ред. А. І. Фатєєва, Я. В. Бородіної. Харків : Бровін О. В., 2020. 144 с.

34. Evans I. R., Maurice D. C., Penney D. C., Solberg E. D. Wheat Diseases and Copper Nutrition. Better Crops/Winter 1993/94. P. 6–8. URL: [http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/CE79FBD85104C75985257D320053E15D/\\$FILE/BC-1993-4%20p6.pdf](http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/CE79FBD85104C75985257D320053E15D/$FILE/BC-1993-4%20p6.pdf)

35. Danielle A. Greco, Shelley E. Arnott, , Brandon S Schamp. Effects of chloride and nutrients on freshwater plankton communities. Limnology and Oceanography Letters, July 2021,8(1). DOI:10.1002/lol2.10202

36. Захаренко О. І., Курбатова В. М., Поляковський. Оцінка екологічного стану водойм за видовим складом зоопланктону та фітопланктону. *Біологічні системи*. Том 14. Вип. 1. 2022. С. 72–81. URL: <https://journals.chnu.edu.ua/biosystems/article/view/317/323>

37. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Біологія» (модуль 2) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» та Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Бедункова О. О. – Рівне : НУВГП, 2022. – 67 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/23861/1/05-02-329%D0%9C.pdf>

38. Christian Sardet, Monique Pisam, And Jean Maetz, J ; -The Surface Epithelium Of Teleostean Fish Gills; Cellular and Junctional Adaptations of the Chloride Cell in Relation to Salt Adaptation. CELL BIOLOGY, The Rockefeller University Press 9. Volume 80 January 1979 96-117).
<https://rupress.org/jcb/article/80/1/96/19000/The-surface-epithelium-of-teleostean-fish-gills>