

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

Допускається до захисту
" _____ " _____ 2021 р.

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.б.н., доцент П.Р. Хірівський
наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

(рівень вищої освіти)

на тему: **«Екологічний аналіз стану
водного середовища рибогосподарських водойм
у Львівській області»**

Виконала студентка групи Еко-41
спеціальності 101 «Екологія»

Гудзь Катерина Василівна

Керівник: к.б.н., в.о. доцента М.Я. Онисковець

Консультант: к.с.-г.н., доцент Ю.О. Ковальчук

Дубляни 2021

Міністерство освіти та науки України
Львівський національний аграрний університет
Факультет агротехнологій і екології
Кафедра екології
Рівень вищої освіти «бакалавр»
Спеціальність 101 «Екологія»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри _____
доцент, к.б.н. П.Р. Хірівський
" _____ " _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу
студентки Гудзь К.В.

1. Тема роботи: «Екологічний аналіз стану водного середовища
рибогосподарських водойм у Львівській області»
Керівник кваліфікаційної роботи Онисковець Марта Ярославівна,
кандидат біологічних наук, в.о. доцента _____
Затверджені наказом по університету від “ _____ ” _____ 20__ р. № _____
2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи _____ 2021 р.
3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи
Літературні джерела, фізико-географічна,
гідрологічна та кліматична характеристика району проведення досліджень,
Матеріали досліджень, Результати лабораторних досліджень.
4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)
Вступ
I. Огляд літератури
 - 1.1 Екологічні особливості функціонування рибогосподарських водойм
 - 1.2 Джерела надходження важких металів у водне середовище
 - 1.2 Біологічна активність йонів важких металів у водних екосистемахII. Об’єкт, умови і методи дослідження
 - 2.1 Природно-кліматичні умови району розташування
досліджуваних рибоводних об’єктів
 - 2.2 Визначення гідрохімічних показників
 - 2.3 Визначення вмісту Плюмбуму та Кадмію у воді та донних відкладах
 - 2.4 Статистичне опрацювання результатівIII. Результати досліджень
 - 3.1. Гідрохімічні показники
 - 3.2 Аналіз вмісту важких металів у воді рибогосподарських водойм
 - 3.3 Аналіз вмісту важких металів у донних відкладах рибогосподарських
 водойм

IV. Охорона праці4.1. Охорона праці при виконанні робіт на воді4.2. Заходи покращення техніки безпеки при перебуванні людей на водних об'єктахВисновкиБібліографічний список

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості) 2 таблиці, 1 схема, 4 рисунки.

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1,2,3	Онисковець М.Я. в.о. доцента кафедри екології		
4	Ковальчук Ю.О. доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва АПК		

7. Дата видачі завдання 10 вересня 2020 р.

Календарний план

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	10.09.20 - 10.11.20	
2	Написання розділів «Об'єкт, умови і методи дослідження», «Результати досліджень»	10.11.20- 20.03.21	
4	Написання розділу «Охорона праці», формування висновків та бібліографічного списку	20.03.21- 15.05.21	

Студент _____
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ М.Я. Онисковець
(підпис)

УДК 574.57+547.64

Екологічний аналіз стану водного середовища рибогосподарських водойм у Львівській області. Гудзь К.В. Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. Дубляни, Львівський НАУ, 2021.

58 ст. текст. част., 2 табл., 4 рис., 1 схема, 48 літ. джерел, 1 додаток

У кваліфікаційній роботі проаналізовані основні гідрохімічні показники та динаміка вмісту окремих важких металів у воді і донних відкладах рибоводних ставів в умовах Львівської області. Описано джерела забруднення важкими металами та особливості їх міграції і акумуляції у рибоводних екосистемах. Охарактеризовано фізико-географічні, гідрологічні та ґрунтово-кліматичні умови території, на якій розміщене рибоводне господарство. Описано питання охорони праці при виконанні робіт на воді та заходи покращення техніки безпеки при перебуванні людей на водних об'єктах.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП	8
I ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1 Екологічні особливості функціонування рибогосподарських водойм.....	10
1.2 Джерела надходження важких металів у водне середовище.....	11
1.3 Біологічна активність йонів важких металів у водних екосистемах.....	13
II ОБ'ЄКТ, УМОВИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	19
2.1 Природно-кліматичні умови району розташування досліджуваних рибоводних об'єктів	21
2.2 Визначення гідрохімічних показників	26
2.3 Визначення вмісту Плюмбуму та Кадмію у воді та донних відкладах	27
2.4. Статистичне опрацювання результатів.....	28
III РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	29
3.1. Гідрохімічні показники	29
3.2. Аналіз вмісту важких металів у воді рибогосподарських водойм.....	32
3.3. Аналіз вмісту важких металів у донних відкладах рибогосподарських водойм.....	35

IV ОХОРОНА ПРАЦІ.....	41
4.1. Охорона праці при виконанні робіт на воді.....	41
4.2. Заходи покращення техніки безпеки при перебуванні людей на водних об'єктах.....	47
 ВИСНОВКИ	 49
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	51
ДОДАТКИ.....	57

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- БСК5** – біохімічне споживання кисню протягом 5 діб
- ХСК** – хімічне споживання кисню
- ГДК** – Гранично допустима концентрація
- ГДК рг** – Гранично допустима концентрація
рибогосподарських водойм
- НПАОП** – Нормативно-правові акти з охорони праці
- СанПін** – Санітарні правила і норми
- СОУ** – Стандарти організації України
- Cd** – Кадмій
- Pb** – Плюмбум
- M*** – середнє значення
- m*** – середнє квадратичне відхилення
- n*** – кількість
- p*** – значення критерію вірогідності

ВСТУП

Актуальність теми. Проблема екологічної оцінки стану водойм рибогосподарського значення і встановлення закономірностей їхнього функціонування з урахуванням особливостей гідрологічного і гідрохімічного режиму не втрачає інтересу дослідників [6, 19]. В результаті забруднень, відбувається погіршення якості води, створюються загрози для життя гідробіонтів, а в подальшому і для споживачів, у разі використання рибної продукції в їжу. Саме тому цей напрям досліджень є актуальним з практичної точки зору у справі забезпечення екологічно безпечної продукції водойм, а також становить теоретичний інтерес, збагачуючи розуміння про вплив важких металів на водні екосистеми [11, 14, 25].

Отримання високоякісної продукції аквакультури у рибоводних господарствах вимагає не лише підтримування оптимальних екологічних умов для різних видів біоти, а й постійного контролю за екологічним станом водних екосистем. Специфічною відмінністю рибоводних водойм часто є погіршення якості води внаслідок надмірної їх експлуатації та постійного акумулювання токсикантів у донних відкладах. Треба зазначити, що під час здійснення технологічних процесів у рибоводних ставках, створюються оптимальні умови для забруднення водного середовища йонами важких металів [25, 30,36].

За умови комплексного дослідження в умовах рибного господарства найбільш важливе значення мають температурний, газовий, сольовий режими води, а також вміст йонів важких металів. Це дає змогу виявляти зміни, що відбуваються у них під дією антропогенних факторів та обґрунтовувати необхідні компенсаційні природоохоронні заходи [5, 11].

Таким чином, проведення таких досліджень є нагальною потребою при аналізі рибоводних гідроекосистем і здійсненні прогнозів щодо їх рибогосподарського використання. Екологічна оцінка є основою для з'ясування впливу антропогенного навантаження на екосистеми водних об'єктів та у перспективі визначення впливу на продуктивність аквакультури.

Метою дослідження є екологічна оцінка стану рибогосподарських водойм в умовах Львівської області.

Для досягнення поставленої мети було поставлено такі завдання:

- здійснити оцінку гідрохімічного стану води штучних рибогосподарських водойм;
- визначити вміст важких металів Плюмбуму та Кадмію у воді рибоводних ставів;
- проаналізувати забруднення важкими металами донних відкладів рибоводної екосистеми.

Предмет дослідження – гідрохімічні показники, вміст йонів важких металів у воді та донних відкладах

Об'єкт дослідження – вода і донні відклади рибоводних ставків.

Методи досліджень. Визначення вмісту важких металів здійснювали методом атомно-адсорбційної спектрофотометрії.

Практичне значення. Такі дослідження сприяють розробці системи біоіндикаторів екологічного стану рибогосподарських водойм.

Апробація результатів досліджень. Результати досліджень апробовані у 2021 році на щорічній звітній студентській науковій конференції Львівського національного аграрного університету.

I ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Екологічні особливості функціонування рибогосподарських водойм

Серед водних об'єктів рибогосподарської діяльності, важлива роль належить штучним водоймам. Основна маса риби, яку вирощують у прісноводних водоймах є ставкова. Кількість таких водойм в Україні складає близько 29000. Проте теперішній стан рибного господарства внутрішніх водойм України характеризується істотним зниженням обсягів виробництва аквакультури. Аналогічна ситуація спостерігається і в ставовому рибництві [14,19].

За останні роки спостерігаємо значне зниження середніх показників рибопродуктивності нагульних ставків. Докладний аналіз відомих даних вказує на те, що застосування інтенсивних технологій вирощування товарної риби в ставках призводить до втрати якості води і погіршення екологічного стану водойм [3, 5,10].

Особливість експлуатації водних об'єктів рибогосподарської діяльності полягає в тому, що в процесі вирощування аквакультури застосовують технології, які впливають на якість води та їх біопродуктивністю. Давно відомі, основні варіанти управління продуктивності у таких ставках. І головним залишається підживлення ставків органічними та неорганічними добривами [4,14].

Можливим вирішенням проблеми екологічного стану рибоводних господарств може бути розробка методів спрямованого впливу на інтенсивність метаболізму біоценозів та регуляція зміни їх екологічної структури. Проте ці засоби треба використовувати дуже поступово та постійно проводити контроль за основними показниками, що характеризують стан екосистем і якість води [41].

1.2 Джерела надходження важких металів у водне середовище

Останніми роками значна увага сконцентрована на роботах, пов'язаних з посиленням надходженням і накопиченням у водних екосистемах важких металів. Важкі метали є забруднювачами водойм зростаючого значення, що зумовлено їх стійкістю до зовнішнього середовища та високою біологічною активністю [7,9,11, 37].

Ряд вчених вважають сполуки важких металів пріоритетними забруднювачами прісних водойм України. Разом з тим, динаміка вмісту Плюмбуму та Кадмію у компонентах рибоводного ставу протягом найбільш інтенсивного періоду вирощування вивчена недостатньо [10].

Відповідно до однієї класифікації, до групи важких металів належить більше 40 елементів з високою відносною атомною масою й густиною більшою 6 г/см³.

З еколого-токсикологічних позицій не всі важкі метали можуть бути оцінені однаково. Насамперед треба враховувати їх біологічну активність й токсичні властивості. Виходячи з цього особливу загрозу для гідробіоценозів представляють: Кадмій, Плюмбум, Купрум та Хром [7].

Таблиця 1.1 – Типові джерела органічних та неорганічних речовин, що спричиняють забруднення водного середовища

Джерело	Неорганічні забруднювачі	Органічні забруднювачі
Сільськогосподарські території	Важкі метали, солі (Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻)	Пестициди
Міські території	Важкі метали (Pb, Cd, Zn), солі	Нафтопродукти, біорозкладна органіка
Промислові райони	Важкі метали, металоїди, солі	Поліциклічні ароматичні вуглеводні (РАН), хлоровані вуглеводні, вуглеводні (бензол,

		толуол, ксилол), нафтопродукти
Звалища	Солі (Cl ⁻ , NH ₄ ⁺), важкі метали	Біорозкладна органіка і ксенобіотики
Шахтні відходи	Важкі метали, металоїди, солі	Ксенобіотики
Донні відклади	Важкі метали, металоїди	Ксенобіотики
Звалища небезпечних відходів	Важкі метали, металоїди	Концентровані ксенобіотики
Витіки із ємностей для зберігання	–	Нафтопродукти
Лінійні джерела (автомагістралі, залізниця, каналізація і т.д.)		

1.3 Біологічна активність йонів важких металів у водних екосистемах

Поведінка важких металів у екосистемах має ряд особливостей, оскільки вони не піддаються деструкції, а лише змінюють форму сполук, реакційну здатність та біологічну активність. Фізико-хімічний стан цих токсикантів змінюється в результаті процесів гідролізу, комплексоутворення, осадження та адсорбції. [17, 26].

Навіть незначні концентрації цих металів порушують екологічну рівновагу і спричиняють незворотні функціональні порушення і навіть смерть гідробіонтів [31].

Відомо, що токсичність металів прямо пропорційно відповідає наступним чинникам: температурі, вмісту кисню, рН середовища, наявності домішок інших речовин. Фізіологічна активність важких металів щодо гідробіонтів визначена їхніми наявними фізико-хімічними формами у воді. Найдоступніші для водних організмів є йони важких металів [6,7,13].

Встановлено, що максимальну здатність накопичувати важкі метали мають завислі частинки та донні відклади водойм, потім організми планктону, бентосу та риби. Встановлені кореляційні зв'язки між концентрацією важких металів у бентосі, донних відкладах та організмах риби [2, 25].

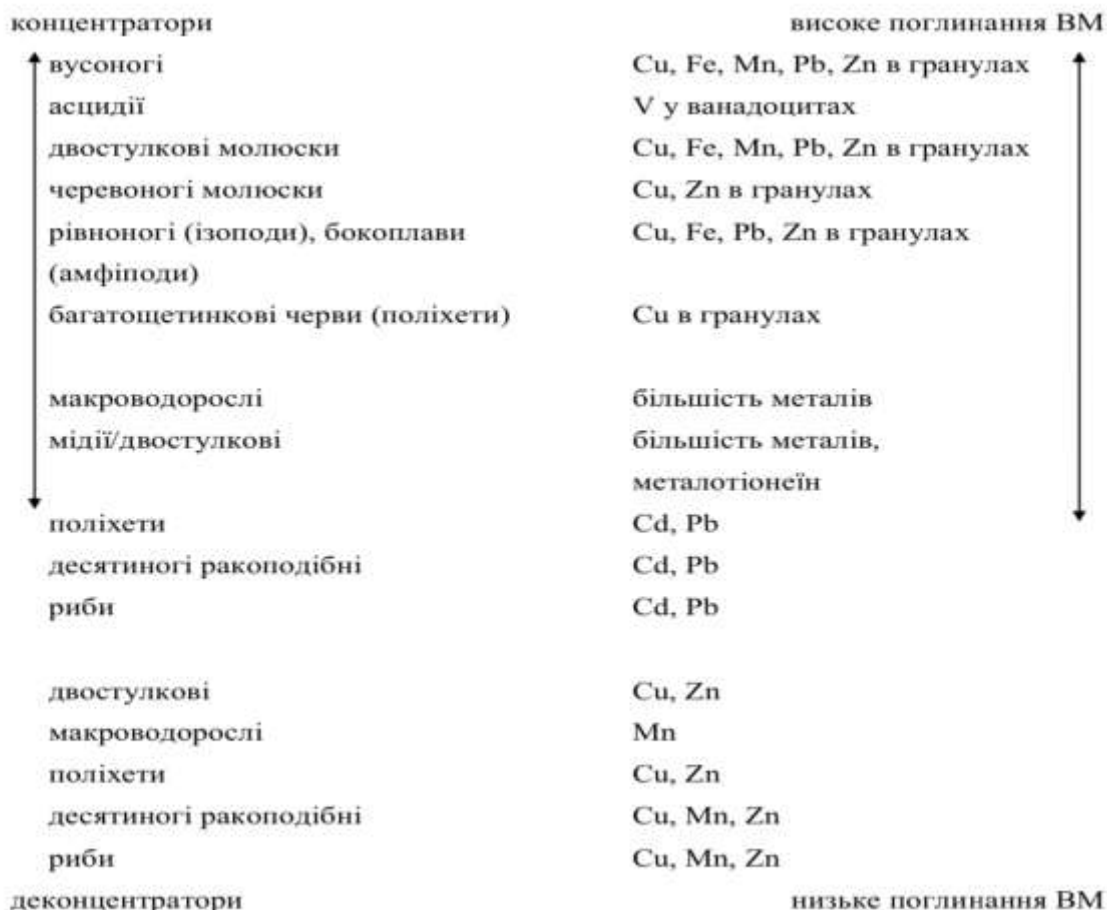


Схема 1.1- Здатність гідробіонтів концентрувати йони важких металів

Морфологічна картина пошкодження органів приблизно однакова у риби при інтоксикаціях різними токсикантами, що не дозволяє використовувати морфологічні симптоми для точної діагностики природи токсикозів. На

морфологічному рівні найбільш глибокі зміни відбуваються у органах, що знаходяться на шляху циркуляції токсикантів (зябра, нирки, печінка).

Як відомо, для нормального розвитку та життєдіяльності організму необхідні метали, у тому числі й важкі, однак в певній кількості та відповідній формі. Збільшення вмісту одного або кількох елементів у середовищі та організмі переводить їх до розряду токсикантів. Важкі метали впливають на різні біохімічні, біофізичні та фізіологічні функції, активність ряду ферментів, проникність клітинних мембран, процеси адаптації та імунітету [37].

Важкі метали можуть проявляти пряму токсичність (дія на молекули-мішені), а також утворювати вторинні токсиканти, насамперед неспецифічні інтермедіати, що за принципом каскадно-ланцювого механізму ведуть до порушення ряду обмінних процесів та метаболізму в цілому. Під дією важких металів в організмі риб відбуваються патологічні зміни на всіх рівнях від молекулярного до органного. Йони важких металів, прямо, шляхом дії на ферменти, чи опосередковано, шляхом утворення регуляторних сполук, здатні змінювати інтенсивність та спрямованість метаболізму у риб. Крім цього, відбуваються зміни проникності мембран, інгібується окислювальне фосфорилування, синтез білків та нуклеїнових кислот (ДНК і РНК). В результаті інтоксикації важкими металами спостерігається зростання кількості продуктів вільнорадикального окислення ліпідів, посилення метаболізму і компенсаторного синтезу гліколітичної АТФ. Важкі метали виступають у ролі інгібіторів систем метаболізму та негативно впливають на репродуктивні функції риб та призводять до випадіння із складу гідробіоценозів великої кількості особин [7, 9, 37].

За впливу йонів металів на гідробіонтів зменшення виживання відбувається лише при концентраціях, що значно перевищують рибогосподарські ГДК [4]. Зараз існують дві системи критеріїв токсичних речовин. Одна з них – санітарно-гігієнічна, призначена для обмеження вмісту токсичних речовин у водогінній мережі та водоймах санітарно-гігієнічного

призначення. Друга – рибогосподарська, що забезпечує охорону від дії поллютантів риби, яких розводять у рибних господарствах [19,32].

Токсичні властивості важких металів зумовлені здатністю тривалий час зберігати свою біологічну активність. Потрапляючи в організм риби з водою або кормом, важкі метали можуть накопичуватися в різних тканинах і органах, знижуючи виживання і темп росту риби [40].

Встановлено, що всі водні організми, здатні акумулювати надлишок важких металів із забрудненого середовища. За здатністю концентрувати метали органи і тканини можна розділити в такому порядку :

внутрішні структури: скелет > печінка, селезінка, нирки > кишківник, мозок, гонади, серце > червоні м'язи > білі м'язи;

поверхневі структури: зовнішній слиз > луска > шкіра > зябра [9].

Також, відомо, що для різних металів існують індивідуальні закономірності накопичення у різних клітинних органелах. Проте, загальними тенденціями, які визначають внутрішньоклітинну локалізацію металів у риби є наступні: тканинна специфіка, хімічного складу і мембранної активності, здатність металів утворювати комплекси з білками і низькомолекулярними метаболітами, концентрація йонів і їх вплив на загальний йонний гомеостаз та швидкість їх транспорту у клітинні органели.

Токсичні ефекти важких металів реалізуються за конкурентним механізмом [26] :

Кадмій – Кальцій, Купрум, Цинк;

Купрум – Цинк, Марганець, Нікель;

Нікель – Кальцій, Магній, Залізо, Купрум, Цинк;

Молібден – Купрум, Плюмбум;

Цинк – Марганець, Кобальт, Мідь, Кадмій.

Плюмбум – важкий метал, поширений у земній корі. Багато сполук Плюмбуму (галоїди, сульфати, фосфати і гідроксиди) нерозчинні і тому володіють відносно низькою токсичністю. Розчинні сполуки Плюмбуму більш токсичні. Плюмбум використовується для виробництва боєприпасів, фарб, тетраетилсвинцю, типографського сплаву, припою, кабелів, скла, глазури, акумуляторів, хімічних препаратів і барвників, для захисту від гамма-випромінення, в якості стабілізатора пластмаси. Автомобільні викиди Плюмбуму дають біля 50 % загального неорганічного Плюмбуму, що надходить в організм людини і тварин [39].

З точки зору токсичної дії на організм, і посідає одне з основних місць серед причин хронічних отруєнь важкими металами. Відомо, що цей метал не бере участі у метаболічних процесах і є типовим токсикантом, який блокує сульфгідрильні, карбоксильні і амінні групи ферментів [37].

Органами-мішенями для Плюмбуму є нервова система, кров, кровотворні органи, органи імунної системи тощо. Плюмбум може вражати генетичний апарат (ДНК) клітини [4].

Слід зазначити, що сполуки Плюмбуму, які надійшли в організм риб, викликають у них низку патологічних змін, впливають на обмін вуглеводів, ліпідів, білків, енергетичний статус та тканинне дихання [40].

Середній вміст Плюмбуму в річках становить 1 мкг/л, але значно відрізняється у різних районах. Ступінь кумуляції Плюмбуму в організмі риб дещо нижчий ніж у Цинку, але більший ніж у Кадмію. Наприклад, найвищий вміст Плюмбуму виявлено в плавцях, лусці та шкірі риб. Високий рівень металів відмічено в поверхневому слизі, що вкриває тіло риб. Треба також відмітити, що серед риб, короп відзначається як найінтенсивніший накопичувач токсикантів [31].

При оцінці впливу забруднення на риб слід розмежовувати вплив вільного Плюмбуму і його органічних сполук, які швидко надходять в організм і накопичуються у кишковому жирі, шкірі і зябрах. Накопичення Плюмбуму у риб відбувається головним чином у кістках, плавцях і зябрах [44].

Особливо чутливою до сполук Плюмбуму є кров. Ранніми ознаками її ураження є ретикулоцитоз (2 % і більше) та зростання кількості базофільнозернистих еритроцитів (30–50 на 10000 і вище). Зростання концентрації проміжних продуктів порфіринового обміну нерідко є найбільш раннім симптомом свинцевої інтоксикації. Особливе значення надають вмісту амінолевулінової кислоти в крові як одній з перших ознак метаболічної активності Плюмбуму в період перед інтоксикацією [46,49].

Специфіка впливу на рибу полягає у значному збільшенні кількості червоних кров'яних тілець у крові, зменшенні їх об'єму і вмісту в них Заліза. За дії токсичних концентрацій Плюмбуму виявляється значне зниження альбумінів та зростання глобулінів, які виявляють здатність зв'язувати Плюмбум [4].

Токсичний ефект дії Плюмбуму на рибу проявляється також у пригніченні фізіологічних реакцій організму та у порушенні його природних рефлекторних реакцій. Відмічено зниження вмісту Купруму, Заліза і Цинку в організмі риби, що може бути пов'язано з пригніченням обмінних процесів за рахунок витіснення цих металів Плюмбумом. Показано взаємозалежність між вмістом Заліза і токсичністю Плюмбуму [37]. Є дані, що Плюмбум збільшує токсичність інших отрут тобто є синергістом [9].

Кадмій. Значні кількості Кадмію потрапляють у поверхневі води у результаті господарської діяльності. Щорічні викиди Кадмію в воду становлять 0,01 – 0,1 мкг/л. В ґрунт метал потрапляє з пилом і осадами в районі металургійних підприємств, великі його кількості містяться у відходах гальванічних і лакофарбових підприємств, він попадає на сільськогосподарські землі з добривами у вигляді шламів стічних вод, з фосфорними добривами і гербіцидами [4].

Сполуки цього важкого металу дуже отруйні. Менш розчинні його форми діють, в першу чергу, на дихальні шляхи і шлунково-кишковий тракт, а більш розчинні – після всмоктування в кров – уражають центральну нервову систему (сильне отруєння), викликають дегенеративні зміни у внутрішніх органах (головним

чином в печінці) і порушують фосфорно-кальцієвий обмін в організмі риб.

Для Кадмію, на відміну від Плюмбуму та інших важких металів, менш характерні завислі форми міграції, на долю яких в світовому річковому стоці припадає в середньому майже 65%. Для багатьох вод цей показник ще нижчий і рідко перевищує 25 – 35% валового вмісту. Слабке зв'язування Кадмію є однією з причин його міграції у розчиненому стані [9].

Згідно досліджень [17] значну частину Кадмію (від 22 до 32%) у донних відкладах водосховищ Дніпра знайдено в складі обмінної фракції, бо у воді даних водосховищ майже третя частина розчиненого Кадмію мігрує у вигляді вільних (гідратованих) іонів Cd^{2+} , здатних адсорбуватися як завислими речовинами, так і безпосередньо частинами донних відкладів.

В ґрунтах, сильно забруднених Кадмієм, основною формою є обмінна. Це означає, що метал, який поступив у ґрунт, присутній у ньому в рухливій формі. Ця обставина має негативне екологічне значення: обумовлює високу міграційну здатність елемента в екосистемах [40].

Таким чином, проаналізовано сучасні наукові дані щодо біологічної активності важких металів (Плюмбуму та Кадмію) у гідроекосистемах, а також особливостей їх акумуляції та біохімічних ефектів в організмі риб.

II ОБ'ЄКТ, УМОВИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проводили на базі риблицьких ставків Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН (сmt. Великий Любiнь, Городоцький район, Львівська область) (рис. 2.1). Досліджувані ставки живляться водою з річки Верещиця, яка проходячи через місто Городок, поглинає відходи господарської та промислової діяльності людини

На першому етапі роботи визначали гідрохімічні показники води.

На другому етапі досліджували динаміку вмісту Плюмбуму та Кадмію у воді та донних відкладах рибоводних ставків.

Для моніторингу обрано два стави, у яких в полікультурі з коропом вирощували білого товстолоба.

Опрацювання проводились на базі нагульного ставу № 3 площею 15 га, який живиться водою річки Верещиці.

Середня глибина ставу становить 1,2 м.

Дослідження було проведено у (період вегетації) травні-вересні.

Забір було проведено на трьох ділянках ставу, кожного разу забиравось для аналізу п'ять проб води та донних відкладів для аналізу вмісту ВМ, щоб забезпечити статистично достовірні результати.

Проби води відбирали з поверхневого горизонту,

а проби донних відкладів на глибині 0,5 м.

Вміст ВМ у донних відкладах та інших біотичних компонентах екосистеми визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії після сухого озолення на спектрофотометрі С-115М1 за загальноприйнятою методикою [34].

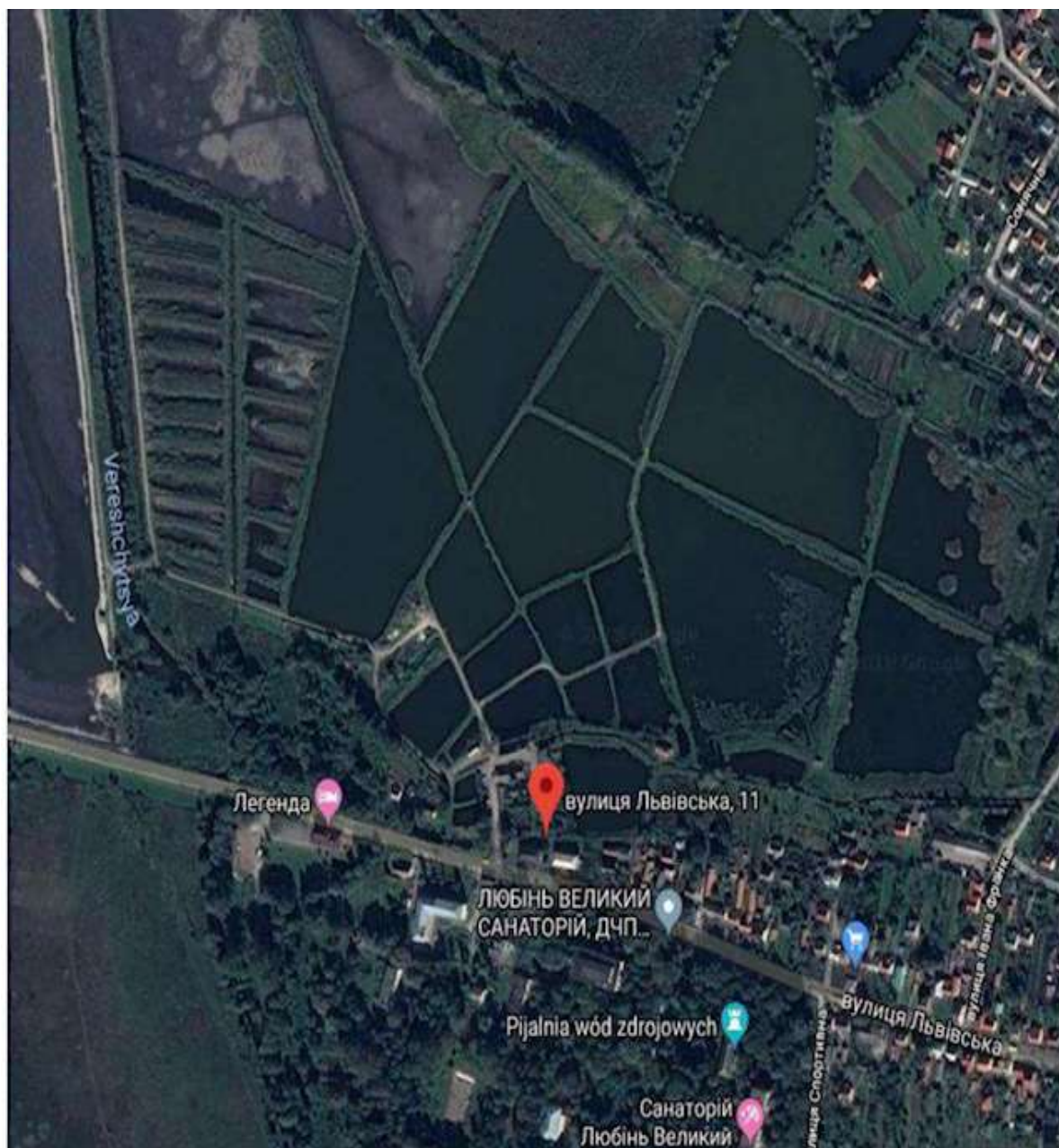


Рис 2.1 - Карта розташування ставків

Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН України
(сmt. Великий Любінь, Городоцький район, Львівська область)

2.1 Природно-кліматичні умови району розташування досліджуваних рибоводних об'єктів [1].

Географічна характеристика. Городоцький район розташований у західній частині Львівської області. Загальна площа земель Городоцького району становить 56399 га, у районі є 55244 га сільськогосподарських угідь, з яких 36871 га – рілля. Сільськогосподарські землі займають значну частку (77,7%) усіх земель, тим часом як так звані екологостабільні комплекси помітно менше, наприклад, ліси – 13,0%.

Вибір території дослідження зумовлений тим, що в межах басейну р. Верещиці поширені височинні подільські (Розточчя) і рівнинні опільські (Городоцько-Щирецькі) ландшафти, а також тут достатньо чітко простежуються райони з переважанням аграрного виробництва, зокрема, сільськогосподарського, лісогосподарського та рибогосподарського.

Басейн р. Верещиці глибоко врізається в масив території водостоків Балтійського моря, а його границі на простяганні десятків кілометрів є межею Головного європейського вододілу. Визначальним чинником унікальності басейну р. Верещиці є його географічне розташування.

З одного боку річка починається в унікальних ландшафтах Розточчя, а з іншого боку тече в бік лісостепової Прикарпатської (Верхньодністровської) рівнини. Витік річки розташований і починається з джерел північно-західних схилів Подільської височини, на пересічній височині 300–340 метрів у мальовничому куточку українського сегменту гряди Розточчя на висоті з 345 м н.р.м. Тут серед чагарників і низькорослих дерев простежується локальне пониження рельєфу між г. Буракова Нива (388,8 м), г. Мельнична (379,8 м), г. Пісочна (368,2 м) [24].

На території району нараховують 27 діючих сільгосп підприємств різних форм власності, з них 17 господарств займаються рослинництвом, 8 – рослинництвом і тваринництвом, 2 – садівництвом, 2 – тваринництвом.

Район багатий на дорогоцінні копалини, серед яких гончарна глина, вапняк, сірка, торф, є безліч родовищ природного газу.

У надрах Городоцького району виявлені прісні, мінералізовані та мінеральні води. Поширення яких та хімічний склад тісно пов'язані з геологічною будовою території та геохімічною ситуацією.

На окраїні Західноєвропейської платформи у межах Львівсько-Любінської крейдової западини (північно-східна частина Городоцького району) розвинуті відклади верхньої крейди, водоносність яких пов'язана із семанськими, туронськими, сенонськими пісковиками та вапняками і мергелями.

У заплавах Верещиці (поблизу смт. Великий Любін) локалізовані бальнеологічні ресурси (мінеральні води, торф'яні грязі).

Важливими передумовами для розвитку господарства на даній території є ґрунти, кліматичні та гідрологічні умови.

Клімат території досліджень помірноконтинентальний, коефіцієнт зволоження більший ніж 1,1.

Характерною рисою теплового режиму Городоччини є значне відхилення температур повітря (середньодобових, середньомісячних і середньорічних) від багаторічних середніх показників. Найхолоднішим місяцем року вважається січень, але в 10 із 25 років спостережень таким був лютий.

Особливістю клімату району є висока Виділяють абсолютну і відносну вологість повітря. Середня абсолютна вологість повітря для Городка становить 9,2 мб за рік. Вона більша влітку і вдень, менша взимку і вночі [1].

Грунтовий покрив [22]. Основними ґрунтоутворюючими породами на території району є лесовидні суглинки, алювіальні, делювіальні і воднольодовикові відклади. Серед опідзолених лісових ґрунтів найбільш поширеними є темно-сірі опідзолені і темно-сірі оглеєні ґрунти. Разом з опідзоленими чорноземами вони становлять 57,6% ґрунтового покриву району. На півдні району зосереджені лучні ґрунти, смугою через увесь район уздовж р. Верещиці та у напрямі Львова між селами Мшаною та Рудним трапляються торфово-болотяні ґрунти. Загалом ґрунти району можна характеризувати як помірно та слабородючі. У господарствах району є значні площі кислих ґрунтів. Слабокислі ґрунти становлять 21,1% ґрунтового фонду, середньокислі – 9,4%, сильнокислі – 1,2%.

Негативними природними процесами і явищами на території Городоцького району вважаються ерозія, заболочування і підтоплення ґрунтів, зсуви, розливи річок, карст, який найпоширеніший у лісових масивах поблизу смт. Великого Любіня [22].

Гідрологічні умови. Річку Верещицю по праву називають найбільшою водоносною артерією Городоччини. В її межах нараховується понад 100 ставків різної величини і різного призначення. На ставках, які належать до басейну р. Верещиці, в основному займаються розведенням аквакультури. З літературних джерел відомо, що ресурси річки Верещиці та її басейну потребують ретельного, послідовного дослідження та охорони.

Гідрологічна мережа району досліджень добре розвинена: характерними є наявність доволі великої кількості ставків, розташованих з півночі на південь уздовж річки Верещиці. Ступінь водозабезпечення району достатній. Єдина велика річка району – Дністер з численними притоками та каналами поблизу сіл Мости, Монастирець, Грабине, Тершаків.

Довжина річки Верещиці становить 92 км.

Площа водозбору – 955 км².

Витік починається з джерел північно-західних схилів Розточчя, на пересічній висоті 300–340 м, а впадає в Дністер – на висоті 260 м.

Долина переважно трапецієподібна, у деяких місцях верхньої течії – V-подібна, шириною 2–4 км.

Заплава широка – до 1,5 км з озероподібними розширеннями до 2–3 км і більше.

Гідрографічну мережу Верещиці формують вісім річок довжиною понад 10 км. Довжина цих річок – 199 км, а їхніх допливів довжиною до 10 км нараховують 246, що в сумі становить 318 км. Загальна кількість річок у басейні – 254, їхня довжина – 517 км (рис. 2.2) [12].

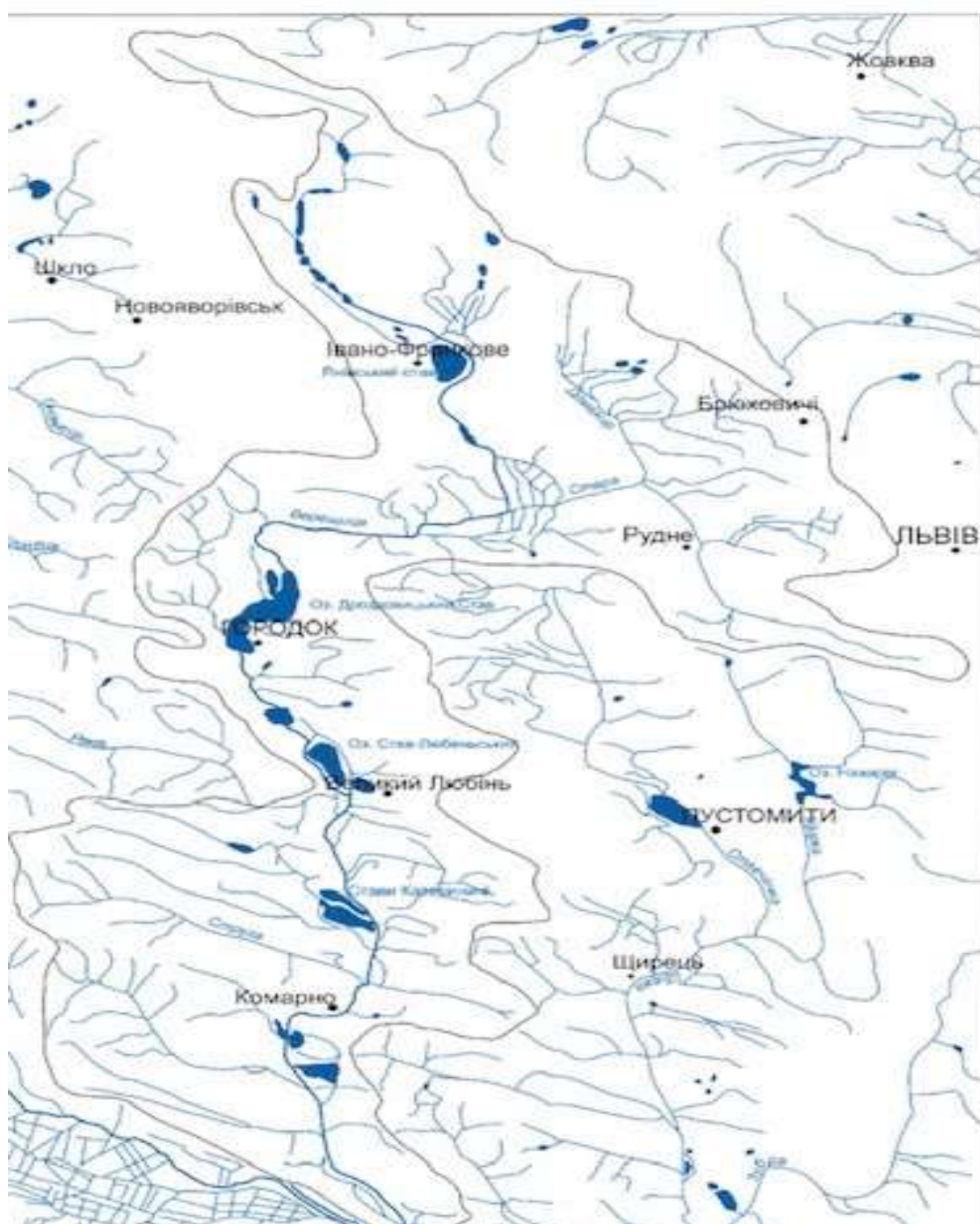


Рис 2.2 – Гідрографічна мережа басейну р. Верещиці

2.2 Визначення гідрохімічних показників

При експериментальному вивченні особливостей накопичення йонів важких металів Рb та Cd у компонентах екосистем рибоводних ставів вивчалися загальні гідрохімічні показники водою загальноприйнятними методами, у яких проводилось дослідження [28,29].

Проводилась фіксація температури, значення водневого показника, вмісту кисню, показники БСК5 та ХСК.

Температуру води визначали з точністю до 1°C на глибині 0,15-0,25 м від поверхні у стаціонарних точках, де проводили також забір зразків води для аналізу інших показників.

Показник рН фіксували з точністю до 0,1 електрометричним методом за допомогою мілівольтметра рН-121.

Вміст розчиненого кисню визначали за Вінклером і виражали у мг/л, обчислюючи за формулою [32]

$$C(O_2) = \frac{a \cdot k \cdot N \cdot 8 \cdot 1000}{V}$$

де а – об'єм розчину тіосульфату натрію, витраченого на титрування, см³

; k – поправочний коефіцієнт до нормальності титрованого розчину тіосульфату натрію для досягнення 0,01 н.;

N – нормальність розчину тіосульфату;

V – об'єм проби води, см³ ;

8 – еквівалент кисню.

Визначення показника БСК₅ у мгO₂/л розпочиналось у день забору проб і цей показник розраховувався як різниця між вмістом кисню до і після інкубації протягом 5 діб:

$$БСК5 = C0(O_2) - C5(O_2)$$

Визначення ХСК води проводили дихроматним методом згідно ГОСТ 17403-72. Розрахунок ХСК, вираженого числом мг О/л, проводили за співвідношенням [32]

$$XCK = \frac{(v_1 - v_2) \cdot C \cdot M \cdot 1000}{V}$$

де : v_1 – об'єм розчину солі Мора, витрачений на холостий дослід, мл;
 v_2 – об'єм проби розчину солі Мора, витрачений на титрування проби, мл;
 C – концентрація титрованого розчину солі Мора, молі евк/л;
 V – об'єм проби води, мл;
 M – молярна маса еквівалента кисню, $M(1/2O) = 8,00$.

2.3 Визначення вмісту Плюмбуму та Кадмію у воді та донних відкладах

Дослідження вмісту йонів важких металів Плюмбуму та Кадмію проводили у компонентах екосистем рибоводних ставів (вода, донні відклади).

Відбір проб води проводили у ставах згідно з правилами відбору для визначення екологічних нормативів. Проби мулу відбирали методом „конверта”.

Вміст Плюмбуму та Кадмію у донних відкладах, визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [34].

Для визначення вмісту Плюмбуму та Кадмію у воді ставу протягом періоду досліджень що два тижні забирали по п'ять проб води у трьох стаціонарних точках; всього було проаналізовано по 150 проб води та донних відкладів.

При визначенні вмісту важких металів у водних розчинах проби води по 500 мл фіксували 2,5 мл нітратної кислоти. Воду упарювали в 50 разів.

Вміст Pb та Cd у зразках води вимірювали за допомогою атомно-абсорбційної спектрофотометрії на спектрофотометрі С-115М при відповідних довжинах хвиль, які відповідали максимуму поглинання кожного

з досліджуваних металів. Для Кадмію використовували лінії 228,8 нм та 326,1 нм, для Плюмбуму – 283,3 нм.

У ході досліджень проводився також контроль вмісту Плюмбуму та Кадмію у воді, щоразу проводився забір п'яти зразків води із поверхневого шару водойми.

2.4 Статистичне опрацювання результатів

Статистичне опрацювання отриманих даних проводили з використанням стандартних комп'ютерних програм. Дані експериментальних досліджень представлені як середнє \pm стандартне відхилення ($M \pm m$).

III РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Гідрохімічні показники

Найважливішим показником стану водойм це є її якість. Здійснення екологічної оцінки є необхідною умовою для визначення придатності води до використання в господарській діяльності людини або з рекреаційною метою, а також, що є важливим – для визначення якості води як середовища життя водяних організмів [30].

Дослідження було проведено протягом літнього періоду вегетації на базі рибницьких ставків Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААНУ (сmt. Великий Любiнь, Львівська область).

Для моніторингу обрано два стави, у яких в полікультурі з коропом вирощували білого товстолоба.

У ході досліджень проводився контроль вмісту Плюмбуму та Кадмію у воді, щоразу проводився забір п'яти зразків води із поверхневого шару водойми. Проведені результати дослідження якості води у рибоводному ставі наведені у таблиці 3.1

*Таблиця 3.1 - Результати гідрохімічних досліджень
($M \pm m, n = 5$)*

Група забору	Температура води, °С	pH	O ₂ , мг/л	БСК ₅ , мгO ₂ /л	ХСК, мгO ₂ /л
I-A	17,17±1,33	8,00±0,09	11,28±1,51	2,57±0,55	31,32±1,25
I-B	17,50±1,64	8,13±0,08	11,90±1,25	2,87±0,48	26,68±6,39
I-B	18,33±2,16	8,10±0,06	13,57±2,14	2,33±0,31	28,23±1,03
II-A	18,50±3,82	7,85±0,12	6,60±1,14	2,69±0,44	29,96±7,42
II-B	18,88±3,83	8,01±0,21	8,25±2,86	2,86±0,42	31,73±1,46
II-B	19,13±3,52	7,98±0,16	8,36±2,96	2,78±0,27	27,54±1,07

III-A	19,00±3,85	7,72±0,15	8,58±2,34	2,67±0,31	22,32±1 4,98
III-Б	18,83±2,93	7,92±0,12	10,02±0,94	2,95±0,29	29,05±1 3,90
III-В	18,17±3,66	7,72±0,12	11,90±3,33	2,83±0,54	31,07±9, 60

Температура води у ставі коливалась від 14 до 25°C, внутрігруппове усереднення дає мінімальне середнє значення у групі I-A на рівні 17,17°C, максимальне – у групі II-B на рівні 19,35°C. Відхилення коливань температури протягом одного заміру між різними ділянками не перевищували 3°C; середнє за всіма вимірюваннями є найменшим на ділянці А і становить 18,25°C, а найбільше – на ділянці В, де становить 18,60°C. Зазначимо, що температура води у ставках, задіяних для вирощування коропових, не повинна перевищувати 28°C; інтенсивність росту та відповідно потреба у кормах збільшується пропорційно до підвищення температури, при підвищенні температури від 15 до 25°C кількість корму, рекомендована для годування цьогорічок коропа збільшується приблизно втричі; також збільшення температури сприяє розвитку кормової бази товстолаба.

Протягом періоду спостережень внаслідок погодних умов (прохолодне літо) температура була значно нижчою, що, як відомо, призводить до уповільнення низки процесів у водоймі. Середнє значення рН склало 7,9 із максимумом 8,2 та мінімумом 7,5. Загалом протягом періоду спостережень можна було зауважити зниження рівня рН, хоча відмінності протягом послідовних періодів вимірювань не завжди були статистично вірогідними.

Згідно нормативів рН водойм рибогосподарського призначення повинен знаходитись у межах 6,5-8,5, а тому можна стверджувати, що значення водневого показника було у верхній половині допустимого діапазону.

В умовах рибницького ставу корекція активної реакції водного середовища зазвичай проводиться шляхом вапнування. Безпосередньо застосування вапна з розрахунку 50 кг/га дозволяє знизити концентрацію

йонів Плюмбуму у воді ставу на 26-35%, концентрацію йонів Кадмію – на 10-25% . На практиці вапнування проводять весною по ложу ставу та у період активної вегетації; показання до вапнування протягом сезону – надмірне підвищення вмісту органічних речовин у воді чи зниження вмісту кисню.

Вміст кисню коливався від мінімально зафіксованого значення у 5,2 мг/л до максимуму у 16,5 мг/л. Найнижчі показники спостерігались у останні дні липня (група II). Усі показники були вищі від мінімально допустимого для риборозведення значення у 5,0 мг/л. Середні значення показника у 1,5-2 рази перевищували мінімально допустимий рівень. Загалом вищі були показники вмісту кисню на початку та в кінці періоду спостереження, проте єдиної тенденції не відмічалось.

Згідно нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, які використовують для потреб рибного господарства [8], визначені такі показники якості води для рибницьких ставів:

біохімічне споживання кисню за 5 діб – 3,0 мг O₂/л,

хімічне споживання кисню – 62,5 мг O/л.

За результатами досліджень було зафіксовано окремі перевищення рівня БСК від 3,1 до 3,5 мгO₂/л, проте середні за групами значення лежали у діапазоні від 2,33 до 2,95 мгO₂/л .

Протягом періоду спостережень середній рівень БСК незначно виріс, значних відмінностей за ділянками відбору не зафіксовано. Визначені рівні ХСК не перевищувати допустимий, а середні значення становили менш як половину гранично допустимого. Найнижче зафіксоване значення БСК становило 18 мгO₂/л, а ХСК – 2,4 мг O/л. Зазначимо, що за показником ХСК спостерігається значна дисперсія – значення стандартного відхилення по усій вибірці становлять 38,4% від середнього по вибірці (т.зв. коефіцієнт варіації).

3.2 Аналіз вмісту важких металів у воді рибогосподарських водойм

У рибницьких ставках виникають умови, що сприяють накопиченню важких металів. Тому навіть у випадку, якщо вміст йонів цих металів у воді річок, що живлять стави, є нижчим від гранично допустимого, їхній вміст у воді та інших елементах екосистеми ставу може бути вищим. Разом із тим, багатократне перевищення нормативів вмісту важких металів у нормальних умовах трапляється досить рідко, а тому особливий інтерес викликає вивчення впливу важких металів на діяльність рибоводних господарств при концентраціях, близьких до гранично допустимих [19].

При нагромадженні важких металів у рибоводних ставках, вони впливають як на розвиток екосистеми у цілому, так і на підсумковий вміст шкідливих речовин у продукції рибоводних ставків. Величина цих ефектів перебуває у прямій залежності від вмісту важких металів у різних компонентах екосистеми рибницького ставу. Внаслідок атмосферних явищ, сезонних процесів, господарської діяльності людини може відбуватись перерозподіл накопичених металів. Тому важливим моментом контролю екологічної безпеки середовища є вивчення вмісту металів у окремих компонентах екосистем за різних умов [6, 11].

До основних компонент екосистем рибоводних ставків відносять воду, донні відклади та елементи трофічних ланцюгів: фітопланктон, зоопланктон, зообентос і рибу. Найбільший вплив на біохімічні процеси та накопичення ВМ у організмі риб спричиняє вміст йонів цих металів у воді та фітопланктоні рибоводного ставку. Це обумовлено особливостями вирощування ставкової аквакультури і здатністю найбільш інтенсивно набирати вагу протягом вегетаційного періоду, коли товстолоб активно харчується переважно дрібними водоростями [9, 15, 25].

У зв'язку із цим, одним із перших завдань даної роботи було дослідження вмісту Плюмбуму та Кадмію у воді та основних компонентах гідроекосистеми рибоводних ставків - донних відкладах.

Аналіз вмісту важких металів у воді дає можливість виявляти зміни рівня забруднення екосистеми, адже вода є середовищем, у якому взаємодіють інші компоненти. Саме вода прийнята за базу, по відношенню до якої розраховують коефіцієнти накопичення важких металів [6].

Усереднені значення вмісту важких металів у воді та донних відкладах є достатньо близькими для різних груп забору (рис. 3.1 і рис 3.2.)

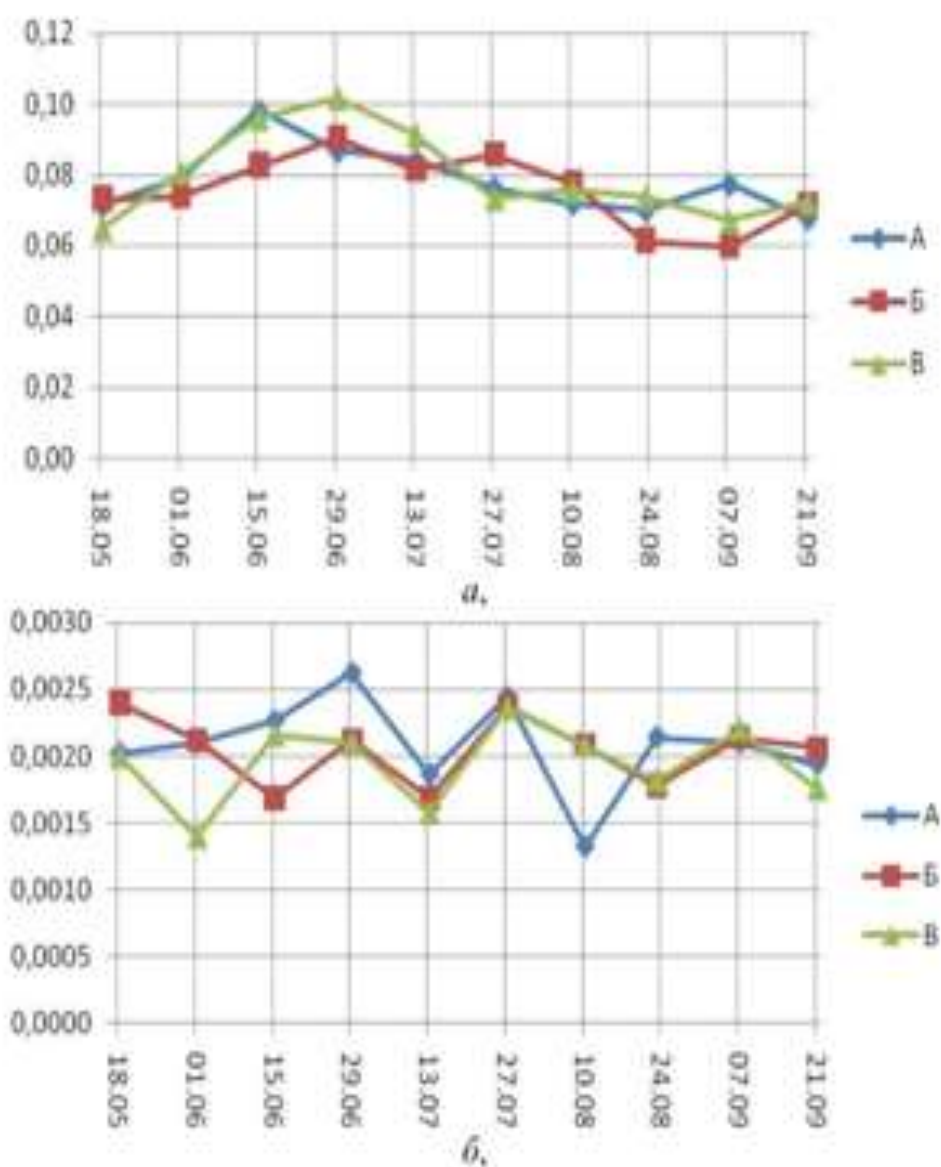


Рис. 3.1 - Динаміка вмісту П्लумбу (*a*) та Кадмію (*б*) у воді протягом періоду спостереження, мг/дм³
(Забір було проведено на трьох ділянках А, Б та В ставу)

Дані по окремих спостереженнях можуть значно відрізнятись: мінімальне значення вмісту Плюмбуму у воді становило 0,016 мг/дм³ і зафіксовано у вересні на ділянці Б (група III-Б), максимальне значення вмісту Плюмбуму у воді становило 0,128 мг/дм³ і зафіксовано на ділянці В (група II-В), для вмісту Кадмію у воді відповідні значення складають 0,0003 та 0,0050 мг/дм³ (рис. 3.1).

Щодо вмісту Плюмбуму у воді також не виявлено перевищення ГДК ($p < 0,05$). Представлені результати дають змогу стверджувати, що спостерігається певна динаміка вмісту Плюмбуму у воді, тоді як вираженої залежності для вмісту Кадмію не спостерігається. Протягом першого періоду спостереження (травень-червень) бачимо деяке збільшення вмісту Плюмбуму, протягом наступних періодів вміст цього металу знижується. Значима відмінність залежності вмісту ВМ у воді від місця забору відсутня. Відмінність середнього значення вмісту ВМ за сезоном (групою) спостерігається для Плюмбуму: відмінність вмісту між групами I (весна-літо) та групою III (літо-осінь) є значимою ($p < 0,01$), а також між групою II (літо) і групою III ($p < 0,001$). Вірогідної різниці між вмістом Плюмбуму у групі I та II не встановлено. Для Кадмію достовірної сезонної залежності не встановлено (рис. 3.1)

Показники вмісту Кадмію у воді демонструють значну мінливість у залежності як від часу забору, так і від місця, а тому, хоч результати засвідчують зниження вмісту цього ВМ у воді у осінній період, статистично вірогідним цей результат вважати не можна. Відзначено, що високі температури посилюють поглинання Кадмію, а тому можна очікувати, що вміст Кадмію у воді у спостережуваний період був дещо нижчим, аніж ранньою весною та пізньою осінню. Також спостерігається збільшення (у 3,5 рази) вмісту йонів Кадмію у воді рибницького ставу порівняно із червнем. У нашому випадку середнє останньої групи замірів у кінці вересня ($n = 15$) становить 0,0019 мг/л, що всього лиш у 1,26 рази менше від найбільшого значення та у 1,12 рази більше від найбільшого зафіксованого середнього.

Для вод рибогосподарського призначення часто накладено більш жорсткі вимоги по ГДК на вміст неорганічних та органічних речовин, наприклад стосовно Кадмію та Плюмбуму. Рибогосподарські норми щодо вмісту Кадмію становлять 5 мкг Cd / дм³ та щодо Плюмбуму – 100 мкг Pb / дм³. У даній роботі зазвичай цей вміст виражали у міліграмах на літр чи дециметр кубічний та подавали у вигляді 0,1 мг/л й 0,005 мг/л для Плюмбуму і Кадмію відповідно.

3.3 Аналіз вмісту важких металів у донних відкладах рибогосподарських водойм

Донні відклади є природними кумуляторами багатьох видів хімічних речовин, їх склад дозволяє вивчати історію навантаження екосистеми ставу речовинами техногенного походження, самі ж відклади можуть стати джерелом вторинного забруднення води внаслідок дифузних процесів [2, 10, 17, 25, 40, 48].

На процеси переходу розчинних хімічних сполук між донними відкладами та водним середовищем впливають їх концентрації, температура, вологість, рН та інші параметри для вмісту Плюмбуму у донних відкладах найменше та найбільше значення становлять 2,6 та 31,0 мг/кг; для вмісту Кадмію у донних відкладах – 0,206 та 1,254 мг/кг (рис. 3.2)

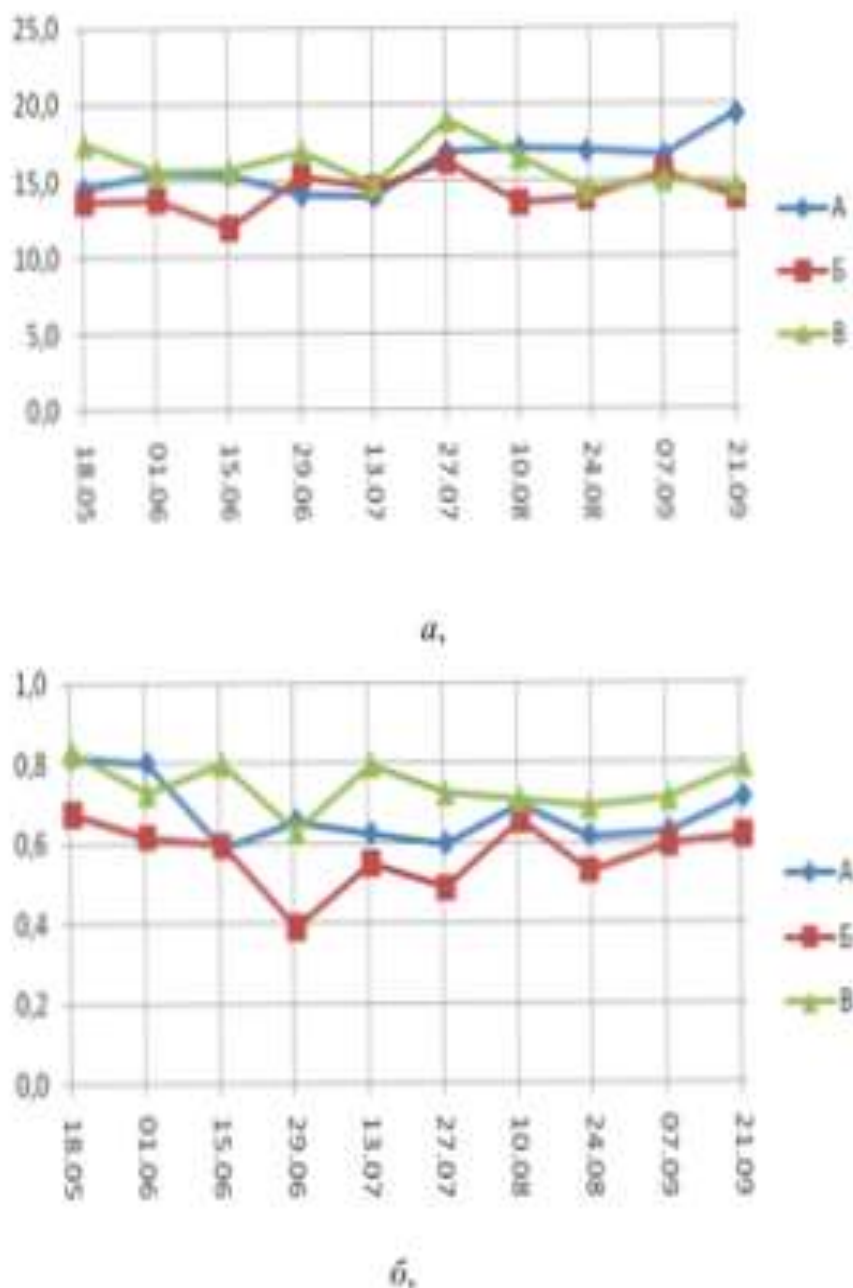


Рис. 3.2 - Динаміка вмісту Пльомбуму (а) та Кадмію (б) у донних відкладах протягом періоду спостереження, мг/кг (Забір було проведено на трьох ділянках А, Б та В ставу)

Вміст Кадмію у воді та донних відкладах, а також Пльомбуму у відкладах статистично достовірно є меншим від наведених у таблиці ГДК ($p < 0,001$).

На наступних рисунках зображено динаміку вмісту ВМ у донних відкладах. Середнє значення вмісту йонів Пльомбуму становить 15,4 мг/кг, а

середнє значення вмісту Кадмію становить 0,661 мг/кг. Розглянувши коливання рівня вмісту ВМ ((найбільше–найменше)/середнє), для коливання вмісту Плюмбуму у донних відкладах отримуємо значення 1,844, а коливання Кадмію складають 1,585, при тому, що відповідний показник для вмісту Кадмію у воді становив 2,323.

У науковій літературі нам невідомі роботи, у яких би вивчали сезонну динаміку вмісту Плюмбуму та Кадмію у донних відкладах рибницьких ставках Львівської області. Результати свідчать про незначну варіацію вмісту ВМ у залежності від ділянки проведення замірів. Для вмісту Плюмбуму вірогідної залежності вмісту металу від періоду спостереження не виявлено, проте виявлено слабку залежність від місця відбору донних відкладів: із $p = 0,05$ вміст Плюмбуму у донних відкладах у точці А є більшим від вмісту Плюмбуму у донних відкладах у точці Б, тобто у межах одного ставу може спостерігатись незначна відмінність щодо вмісту Плюмбуму у донних відкладах.

За вмістом Кадмію відмічаємо більший вміст у пункті А ($p < 0,01$) та у пункті В ($p < 0,001$) порівняно із вмістом йонів металу у донних відкладах, відібраних у пункті Б. У групі II вміст йонів Кадмію є нижчим ($p < 0,05$) порівняно із групою I (див. рис. 3.2).

При цьому незначний розкид у залежності від місця забору дозволяє стверджувати, що таке зниження вмісту ВМ у воді є статистично вірогідне. У роботі Федоненка О.В. вказано на виявлене 2,5 кратне збільшення до осені вмісту Плюмбуму у воді вирощувального ставка на р. Самарі, де вирощувалась риба за напівінтенсивною технологією, а заміри проводились у других декадах червня та жовтня. Разом з тим відзначено, що концентрація розчинених у воді металів поступово зменшується за місяцями зі зниженням температури води. У нашому випадку значимого зниження температури у групі III порівняно із групами I та II не виявлено, проте наявна вірогідна відмінність ($p < 0,01$) у рівні рН. Як відомо, зміна водневого показника впливає на мобільність йонів металів, зазвичай при закисненні ВМ переходять у іонну форму та їх вміст у воді підвищується. У нашому випадку фактичне зниження вмісту можна

пояснити тим, що зміна рН була незначна (7,78 у групі III порівняно із 7,95 у групі II), проте супроводжувалась активним приростом біомаси фіто- та зоопланктону, що, як відомо активно приймають участь у процесах перерозподілу ВМ [40, 46].

Аналіз даних щодо зміни вмісту ВМ у донних відкладах із плином часу свідчить, що виражена тенденція відсутня. Статистично значимої відмінності між групами не виявлено за винятком зниження рівня Кадмію у групі II порівняно із групою I ($p < 0,05$). Відзначають незначну ($p > 0,05$) тенденцію до збільшення вмісту Плюмбуму та Кадмію у донних відкладах (з горизонту 0-5 см) вирощувального ставу восени, що пов'язують із перерозподілом ВМ між водою й ґрунтом та відмиранням планктонних організмів і їх потраплянням у верхній шар відкладів [2].

Вивчалась динаміка ВМ, у тому числі Плюмбуму та Кадмію, у воді та донних відкладах і виявлено загальну тенденцію до зниження вмісту Плюмбуму у літній період, особливо стрімку наприкінці згаданого періоду. Щодо вмісту Кадмію, то цей показник різко збільшувався до червня і згодом так же різко зменшувався. Як свідчать отримані дані, коливання вмісту обох ВМ у донних відкладах були значно меншими у проведених нами дослідженнях. Величина коливань за окремими ділянками порівняно із середнім по ставу значенням становить від 2% (стандартне відхилення 0,0012) у травні до відхилень у 9% (стандартне відхилення 0,0039) у кінці червня та липня.

У рамках проведених досліджень аналіз не виявив взаємозв'язку між динамікою вмісту ВМ у воді та донних відкладах: коефіцієнт кореляції між вмістом Плюмбуму у воді та донних відкладах становить 0,09 та 0,05 для пунктів Б і В та маємо від'ємну кореляцію – 0,59 по пункту А. По Кадмію також не виявлено позитивної кореляції між вмістом його у воді та донних відкладах, для пунктів А, Б та В відповідні коефіцієнти кореляції становлять – 0,28, 0,08 та –0,21. Показники вмісту Плюмбуму та Кадмію у воді також не корелюють між собою: 0,42, 0,05 та – 0,08, а по розміщенню Плюмбуму та

Кадмію у донних відкладах маємо слабку від'ємну кореляцію, відповідні коефіцієнти по пунктах А, Б і В становлять – 0,08, – 0,56 і – 0,12. Значимої залежності вмісту ВМ у воді від місця проведення забору не виявлено: максимальне відхилення за Плюмбумом складає 0,018 мг/л, а за Кадмієм – 0,0008 мг/л. Аналіз залежності вмісту ВМ у донних відкладах виявив, що вміст Кадмію у пункті Б становить 0,57 із стандартним відхиленням 0,09 мг/кг, а у пункті В – 0,74 із відхиленням 0,06 мг/кг, тобто відмінність між різними пунктами замірів щодо вмісту ВМ у донних відкладах є значно вищою.

Таким чином, в умовах водойми водне середовище та донні відклади складають єдину систему, в межах якої постійно відбувається обмін речовинами. Так, за умов низьких рівнях вмісту ВМ у воді вміст Кадмію у донних відкладах близький до 0,2 мг/кг, а Плюмбуму – до 7 мг/кг. Для фонових показників вмісту Кадмію у донних відкладах наведено значення 0,1 мг/кг, Плюмбуму – 50 мг/кг, при цьому ГДК для донних відкладів становить 5,0 мг/кг Кадмію та 32,0 мг/кг Плюмбуму.

У даному випадку було відмічено меншу концентрацію Кадмію в середньому (0,06 мг/кг) за весь період спостереження і помітно більшу (у 1,5 рази) концентрацію Плюмбуму. За даними літератури у воді р. Верещиця, що використовується для заповнення ставу, спостерігається підвищений вміст таких ВМ, як Ферум, Купрум, Нікель, Кадмій. За останніми дослідженнями підвищеного вмісту Кадмію не виявлено, що може бути пояснено як нормалізацією екологічної ситуації у даному сезоні, так і самоочисними процесами у ставі.

Таким чином, враховуючи те що ВМ не розкладаються, процес їх потрапляння у став складно контролювати, а акумуляція у донних відкладах хоч приводить до зменшення їх впливу, проте у подальшому може становити значну небезпеку при створенні умов для повернення йонів ВМ у водне середовище. Тому у контексті дослідження процесів міграції йонів ВМ у середовищі важливо вивчити можливість вилучення ВМ із екосистеми ставу. Проблема вилучення йонів ВМ із водного середовища має важливе прикладне

значення й є у центрі уваги багатьох дослідників [11]. Попри існуюче різноманіття методів вилучення ВМ із водного середовища, чимало із них не є достатньо вигідними із економічної точки зору. До перспективних напрямів вилучення ВМ із ґрунтів та вод відносять біосорбцію та адсорбцію на різних природних матеріалах.

IV ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Охорона праці при виконанні робіт на воді

Під час руху по воді необхідно дотримуватися вимог Правил, затверджених наказом Міністерства транспорту України від 16.02.2004 № 91 [33].

1. Місця спусків до води для посадки в човен (катер) повинні бути обладнані справними сходнями (трапами) з леєрним огороженням.

2. Перед посадкою (висадкою) працівників керівник робіт на човні (катері) має встановити черговість посадки (висадки).

3. Не дозволяється працівникам сідати або ставати на борт човна.

4. Працівникам дозволяється пересідати з човна (катера) в човен (катер) під час стоянки на глибині не більше 1 м при невеликих швидкостях течії.

5. Не дозволяється працівникам під час руху на човнах (катерах):

- стояти;
- сидіти на бортах і транцевій дошці;
- ходити по банках;
- тримати руки на планширі під час стоянки, підходу або відходу від борту судна або причалу;
- пересідати з човна (катера) в човен (катер);
- захарашувати прохід і носову частину обладнанням та приладами;
- переміщатися і мінятися місцями без дозволу керівника робіт на човні (катері);
- навалюватися тілом на румпель;
- курити та користуватися відкритим вогнем.

6. Човен (катер) повинен рухатися поза межами суднового ходу.

7. Не дозволяється рухатися на човні (катері) в районі буксирних, якірних і швартовних канатів.

8. Не дозволяється рухатися на човнах та виконувати роботи на річках і водосховищах у разі сили вітру понад 4 бали, а на катерах - у разі сили вітру

понад 5 балів відповідно до вимог НПАОП 63.22-1.10-73 Правил техніки безпеки при обслуговуванні судноплавної обстановки на внутрішніх водних шляхах.

9. Не дозволяється рухатися на човнах (катерах) та виконувати роботи на річках і водосховищах за наявності льодоходу та в умовах обмеженої видимості відповідно до вимог НПАОП 63.22-1.10.

10. Під час підходу до землечерпальних або днопоглиблювальних снарядів, землесосів тощо необхідно керуватися сигналами вахтового начальника та керівника робіт на човні (катері).

11. Не дозволяється підходити до землечерпальних або днопоглиблювальних снарядів, землесосів тощо під час їх роботи.

12. Під час підходу до берега на носі човна (катера) повинен бути працівник із жердиною або футштоком.

13. Підходити човном (катером) до невивченого берега необхідно малим ходом.

14. Реверс човна (катера) під час підходу до невивченого берега повинен бути в нейтральному положенні.

15. Човен (катер) може підходити до судна тільки з дозволу вахтового начальника після того, як судно зупинилося або зменшило хід до малого.

16. До судна, що рухається, човен (катер) повинен підходити за ходом судна та підчалувати до борту поступово носом під гострим кутом.

17. Не дозволяється підходити на човні (катері) до судна на складних ділянках (перекатах, порогах і т. п.), за винятком аварійних випадків.

18. До судна, що стоїть, човен (катер) повинен підходити проти течії та підчалувати до борту поступово носом під гострим кутом.

19. Для приймання човна (катера) призначається член екіпажу судна з багром і кидальним кінцем.

20. Човен (катер) повинен бути пришвартований так, щоб виключити його довільне переміщення.

21. Завантаження вантажу, посадка в човен (катер) працівників з борту судна дозволяється тільки після зупинки судна та з дозволу вахтового начальника.

22. Для посадки працівників у човен (катер) з борту судна необхідно користуватися відкидним трапом або штормтрапом.

23. Не дозволяється стрибати в човен (катер) з борту судна.

24. Віддавати фалінь необхідно тільки за командою керівника робіт на човні (катері).

25. Човен (катер) необхідно відштовхувати від судна багром або відпорним гаком.

26. Не дозволяється буксирувати човен (катер) з працівниками на борту.

Вимоги безпеки під час виконання промірних робіт:

1. Промірні роботи необхідно виконувати відповідно до вимог НПАОП 63.22-1.10 та НПАОП 61.2-1.03.

2. Не дозволяється завантаження човна (катера) понад установлену вантажопідйомність.

3. У вітряну погоду завантаження човна (катера) зменшується в залежності від сили вітру та висоти хвилі.

4. Під час завантаження човна (катера) колючі та ріжучі предмети (сокира, пилки, штативи тощо) необхідно укладати так, щоб виключити можливість поранення працівників.

5. Під час виконання промірних робіт на човнах (катерах) не повинно бути сторонніх предметів.

6. Промірні роботи по поперечних профілях виконуються: на річках зі швидкостями течії до 1,5 м/с - із гребних і моторних човнів (катерів); на річках зі швидкостями течії більше 1,5 м/с - тільки з моторних човнів (катерів).

7. Під час виконання промірних робіт на акваторіях і підхідних каналах судноплавних гідротехнічних споруд човен (катер) повинен рухатися проти течії і триматися ближче до берега.

8. Промірні роботи футштоком або лотом із моторного човна (катера) виконуються на тихому ході (до 1 м/с) працівником, який стоїть в носовій частині човна (катера) обличчям до верхнього борту за течією.

9. Не дозволяється під час виконання промірних робіт лотом перегинатися через борт човна (катера).

10. Під час виконання промірних робіт косими галсами або поперек течії лот або футшок повинні опускатися з верхнього за течією борту човна (катера).

11. Футшок для промірних робіт має бути легким, міцним, довжиною не більше 6 м.

12. Футшок необхідно опускати по ході човна (катера) вперед і трохи вбік.

13. У разі потрапляння футшока під корпус човна (катера) або застрягання в ґрунті його необхідно негайно відпустити.

14. Не дозволяється переносити футшок над головами працівників, які перебувають у човні (катері).

15. Не дозволяється виконувати промірні роботи футштоком або лотом під час обледеніння човна або палуби катера (судна).

Вимоги безпеки під час виконання гідрометричних робіт:

1. Під час виконання гідрометричних робіт човни (катери) повинні мати сигнальні вогні відповідно до вимог Правил судноплавства.

2. Під час виконання гідрометричних робіт повинен бути встановлений пост для безперервного спостереження за суднами, що проходять поблизу району виконання робіт, та забезпечена сигналізація відповідно до вимог Правил судноплавства.

3. Під час натягування каната через річку має бути передбачена можливість його швидкого опускання для пропуску суден.

4. До каната, натягнутого через річку, прикріплюються прапорці.

5. Підтягування на човні (катері) за допомогою каната, натягнутого через річку, дозволяється тільки за допомогою петлі або гака.

Не дозволяється триматися руками за канат.

6. Необхідно передбачити можливість швидкого відчеплення човна (катера) від каната.

7. Не дозволяється натягати канат в умовах обмеженої видимості та залишати його на ніч.

8. Після закінчення робіт на створі канат повинен бути обов'язково спущений на дно річки або витравлений.

9. Канат укладається на дно човна (катера) правильними шлагами.

10. Не дозволяється під час витравлювання каната перебувати між барабаном та бортом човна (катера) та всередині шлагів.

11. Для роботи з важкими гідрометричними приладами (батометри, щупи тощо) на човні (катері) має бути виділене місце.

12. Під час роботи з гідрометричними приладами застосовуються лебідки, обладнані храповими механізмами.

13. Не дозволяється спускати будь-які прилади за борт човна (катера) вручну без застосування лебідок і кран-балок, за винятком вертушки або батометра на штанзі.

14. Під час спуску з човна (катера) устаткування та приладів трос лебідки має постійно бути натягнутим.

15. Не дозволяється за бортом човна (катера) прикріплювати до троса лебідки вертушки й інші прилади.

16. Не дозволяється рухатися на човнах (катерах) з гідрометричними приладами, що вільно висять на лебідках.

17. Кінець каната якоря човна (катера) закріплюється так, щоб у разі потреби його можна було швидко скинути.

18. Під час віддачі якоря необхідно направити човен (катер) носом проти течії й забезпечити його рівновагу.

19. Віддавати та підіймати якір необхідно з носа човна (катера).

20. Перед віддачею якоря якірний канат має бути викладений правильними шлагами.

21 Не дозволяється віддача якоря без буйка.

22. Вилловлювати якірний буйок дозволяється тільки багром.

23. Не дозволяється підіймати якір, доки всі прилади не підняті з води та не закріплені в похідному положенні [33].

4.2. Заходи покращення техніки безпеки при перебуванні людей на водних об'єктах:

Для виконання передбачається вжити комплекс організаційних заходів [42]:

- впровадження вимог нормативно-правової бази, рекомендацій та стандартів з питань безпеки перебування людей на водних об'єктах;
- постійне удосконалення системи управління безпекою перебування людей на водних об'єктах;
- дотримання встановленого режиму використання водних об'єктів, наявністю відповідних угод на аварійно-рятувальне обслуговування;
- вжиття заходів за результатами розслідування надзвичайних подій, пов'язаних із нещасними випадками на воді;
- систематичний аналіз стану забезпечення безпеки перебування людей на водних об'єктах, розробка комплексу заходів щодо запобігання надзвичайним подіям;
- здійснення нагляду за станом готовності рятувальної служби на воді до проведення рятувальних робіт, діяльністю пунктів прокату плавзасобів в місцях масового відпочинку населення на воді;
- розробка планів залучення сил та засобів на випадок очікування та виникнення надзвичайних ситуацій на водних об'єктах;
- налагодження дієвої взаємодії із засобами масової інформації щодо висвітлення питань безпечної поведінки на водних об'єктах;
- організація фінансового і матеріально-технічного забезпечення заходів безпеки перебування людей на водних об'єктах.

Інженерно-технічне забезпечення:

Необхідність вжиття невідкладних заходів щодо створення безпечних умов для користування водними об'єктами та відпочинку на воді зумовлює потребу у відповідному обладнанні місць масового відпочинку людей на водних об'єктах у літній період та місць спортивного і любительського рибальства [18].

Комплексом інженерно-технічних заходів передбачається:

- забезпечення інженерного облаштування пляжів, місць масового відпочинку населення на водних об'єктах;
- підтримання в належному стані будівель та споруд рятувальної станції, рятувальних суден, обладнання причалів та берегової інфраструктури, забезпечення належного контролю за їх технічним станом;
- створення ефективної системи зв'язку під час виникнення надзвичайних ситуацій та у повсякденних умовах;

Забезпечення роз'яснювально-профілактичної роботи:

Забезпечення роз'яснювально-профілактичної роботи передбачається шляхом [18]:

- щорічного проведення місячників з дотримання правил безпеки на воді;
- здійснення інформаційних повідомлень, проведення бесід в місцях масового перебування людей під час літнього відпочинку;
- організації роботи в навчальних та дошкільних закладах міста, таборах літнього відпочинку дітей щодо правил поведінки на воді;
- систематичного висвітлення в засобах масової інформації питань стосовно правил поведінки людей на водних об'єктах;
- розробки та виготовлення друкованих засобів інформації (листівки, бюлетені, буклети, рекламні щити тощо), спрямованих на пропаганду правил безпечної поведінки під час перебування на водних об'єктах.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі наведені результати досліджень гідрохімічних показників та концентрації окремих йонів важких металів у воді і донних відкладах рибоводних ставів в умовах Львівської області. Проаналізовано джерела забруднення важкими металами та особливості їх міграції і акумуляції у гідроекосистемах. Описано питання охорони праці при виконанні робіт на воді та заходи покращення техніки безпеки при перебуванні людей на водних об'єктах.

1. За результатами досліджень гідрохімічних показників було зафіксовано окремі перевищення рівня БСК від 3,1 до 3,5 мгО₂/л; визначені рівні ХСК не перевищувати допустимий, а середні значення становили менш як половину гранично допустимого. Щодо рН води, то згідно нормативів водойм рибогосподарського призначення показник повинен знаходитись у межах 6,5-8,5, а тому можна стверджувати, що значення водневого показника було у верхній половині допустимого діапазону.
2. Проведені дослідження за концентрацію Плюмбуму та Кадмію у воді штучної гідроекосистеми упродовж вегетаційного періоду показали її помітні коливання без виразної часової динаміки. Вміст досліджуваних важких металів у воді рибоводних ставків не перевищував ГДК. Зокрема концентрація Плюмбуму становила 17-31%, Кадмію – 58-60% від встановлених гранично допустимих концентрацій.
3. За результатами вивчення вмісту Плюмбуму й Кадмію у донних відкладах (мулах) рибницьких ставів смт. Любінь Великий, було показано, що концентрації Плюмбуму знаходились у межах 51-54%,

а Кадмію 76-79% від встановленої норми. Це можна пов'язувати із надмірним застосуванням мінеральних добрив і пестицидів, а також нагромадженням побутових відходів на території району.

4. Також встановлено, що протягом періоду досліджень мали місце нерегулярні коливання вмісту важких металів у верхньому шарі донних відкладів: для вмісту Плюмбуму $\pm 15\%$, для Кадмію від $+18\%$ до -22% стосовно середнього значення вмісту металу (15,4 мг/кг для Плюмбуму і 0,7 мг/кг для Кадмію). З результатів досліджень і літературних даних можна зробити висновок, що накопичення важких металів у донних відкладах загалом сприяє очищенню біотичних компонентів екосистеми ставу та призводить до зниження їх концентрації у водному середовищі.
5. Таким чином, в умовах Львівської області вплив забруднення довкілля Плюмбумом та Кадмієм є чинником, яким не можна нехтувати і за відсутності постійного контролю вплив цих важких металів може позначитись на продуктивності ставів й загрожувати екологічній безпеці їх продукції.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Андрейко І. М. Природа Городоччини. Львів: ВНТЛ, 2002. 52 с.
2. Андрусишин Т., Грубінко В. Сезонна динаміка вмісту важких металів у воді та донних відкладах річки Збруч. *Вісник Львівського університету*. Серія біологічна. 2012. Вип. 58. С. 165–174.
3. Андрющенко А. І., Вовк Н. І., Базаєва А. В. Технології виробництва риби в ставовій аквакультурі та схеми основних ланок технологічних процесів : методичний посібник. Київ, 2014. 273 с.
4. Антоняк Г.Л., Багдай Т.В., Першин О.І., Бубис О.Є., Панас Н.Є., Олексюк Н.П. Метали у водних екосистемах та їх вплив на гідробіонтів. *Біологія тварин*. 2015. Т. 17, № 2. С. 9–24.
5. Багдай Т.В., Панас, Г. Л. Антоняк, О. Є. Бубис. Біомоніторинг екологічного стану природних водойм. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*. 2016. Т. 18, №1 (3). С. 190 – 194.
6. Бедункова О. О., Петрук А. М. Оцінка стану водних екосистем за коефіцієнтами накопичення та акумуляції токсичних речовин. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки*. 2012. 2 (58). С. 60–68.
7. Брагинский Л. П., Линник П. Н. К методике токсикологического эксперимента с тяжелыми металлами на гидробионтах. *Гидробиол. журн*. 2003. Т. 39, № 1. С. 92–104.
8. Гичка О. Р. Аналіз існуючого вмісту гідрохімічних показників якості води річки Верещиця. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*. 2011. Т. 13, № 2(2). С. 219–222.
9. Градович Н. І., Параняк Р. П., Забитівський Ю. М. Особливості накопичення Плюмбуму та Кадмію в організмі білого товстолоба. *Біологія тварин*. 2015. Т. 17, № 4. С. 35–41.

10. Градович Н. І., Параняк Р. П., Осередчук Р. С. Розподіл свинцю та кадмію у гідроекосистемі рибоводницького ставу. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17(3). С. 380–388.
11. Градович Н. І. Проблема токсичного забруднення гідроекосистеми *Сучасний стан і перспективи ефективного використання земельних ресурсів Полісся*: збірник статей науково-практичної конференції, м. Житомир, 19 травня 2018 року, Житомир, 2018, С. 39–44.
12. Грех В. Рибні ресурси басейну річки Верещиці: використання, відтворення й охорона. *Вісник Львів. ун-ту. Сер. геогр.*. 2009. Вип. 37. С. 164–176.
13. Грициняк І. І., Колесник Н. Л. Біологічне значення та токсичність важких металів для біоти прісноводних водойм (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2014. № 2. С. 31–45.
14. Грициняк І.І., Третяк О.М. Пріоритетні напрями наукового забезпечення рибного господарства України. *Рибогосподарська наука України*. 2007. № 1. С. 5–20.
15. Грубінко В. В. Роль металів в адаптації гідробіонтів: еволюційно-екологічні аспекти. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2011. № 2 (47). С. 237–262. 139.
16. Грюк І. Б., Суходольська І. Л. Динаміка вмісту важких металів у малих річках Рівненщини в умовах антропогенного навантаження у весняний період. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Сер. Біологія*. 2013. Вип. 5. С. 142–149.
17. Гуменюк Г.Б. Порівняльна характеристика розподілу важких металів у гідроекосистемах різного типу. *Наук. записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Сер. біол. Спец. вип.: Гідроекологія*. 2010. № 2 (43). С. 139–148.
18. Джигирей В.Ц., Жидецький В.С. Безпека життєдіяльності. Підручник. Львів, 2001. 256 с.

19. Євтушенко Н. Ю., Хижняк М. И. Екологічний стан водойм рибгосподарського призначення. *Біол.вісник Мелітопольського ДПУ*. 2013. №3 (9). С. 222–237.
20. Злотін О. З., Дегтярьова О. О. Біоіндикація стану забруднення вод токсикантами. [Електронний ресурс] Охорона довкілля. Режим доступу.: http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/znpkhnpu/Biol/2008_10/23.html
21. Зубко О. В., Линник П. М. Вплив різних чинників на міграцію Zn та Pb в системі “донні відклади – вода”. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2004. Вип. 253. С. 205–218.
22. Князь Т. Л. Абіотичні компоненти ландшафтів басейну річки Верещиці. Реалії, проблеми та перспективи розвитку географії в Україні. Матеріали VIII Всеукр. студ. наук. конф. 18–19 травня 2007 р. Львів : Вид. центр ЛНУ імені І. Франка, 2007. С. 15–28.
23. Князь Т. Л. Біотичні компоненти ландшафтів басейну річки Верещиці. Реалії, проблеми та перспективи розвитку географії в Україні: Матеріали IX Всеукр. студ. наук. конф. 22 травня 2008 р. Львів : Вид. центр ЛНУ імені І. Франка, 2008. С. 23–44.
24. Ковальчук І. Петровська М. Геоєкологія Розточчя. Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2003. 192 с.
25. Колесник Н. Л. Розподіл важких металів у ланках гідроекосистеми ставів за інтенсивної технології вирощування риби. *Рибогосподарська наука України*. 2011. № 3. С. 105–111.
26. Курант В. З., Хоменчук В. О., Бияк В. Я. Шляхи проникнення та вміст важких металів в організмі риб (огляд). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2011. 2 (47). С. 262–269.
27. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля»; за ред. О. С.Новицька, С. М. Назаров, Т. В. Романенко. Рівне: НУВГП, 2014. 28 с.

28. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод; за ред. В. Д. Романенка. Ін-т гідробіології Нац. Ак К. : Логос, 2006. 408 с
29. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1982. 33 с.
30. Микитюк П.В., Нікітін П. Гігієнічні основи виробництва якісної рибопродукції в сучасних екологічних умовах. *Ветеринарна медицина України*. 1999. №9. С. 31–32.
31. Пилипенко Ю.В., Бедункова О.О., Пилипенко Є.Ю. Міграційні шляхи розповсюдження іонів важких металів в органах і тканинах риб-біомеліораторів в умовах малих водосховищ. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2007. Вип. 2 (38). С. 313–318.
32. Про затвердження Нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо граничнодопустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК-5), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту) : Наказ мінагропрому № 471 від 30.07.2012 // Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12>
33. Про затвердження Правил безпеки праці під час виконання вишукувальних руслових робіт Наказ Державного комітету України від 12 січня 2007 року N 5. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/RE13333?an=81>
34. Пупышев А. А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М.: Техносфера, 2009. 55 с.
35. Рожкова И. М. Методика определения минеральных веществ в воде, корме, органах, тканях и экскрементах рыб. *Вопросы физиологии и биохимии питания рыб*. М., 1987. С. 176–182.

36. Снітинський В.В., Багдай Т.В., Антоняк Г.Л. Сучасний стан водних об'єктів Львівської області. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія*. 2011. № 15 (1). С.30-35.
37. Снітинський В. В. Онисковець М. Я. Основні механізми токсичної дії йонів важких металів на організм риб. *Науковий вісник Львівського Національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С. З. Гжицького*. 2011. Т.13, №02 (48) С. 471–477.
38. Сорока Т. В. Вміст важких металів в абіотичних компонентах р. Збруч восени. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія. Спец. вип. : Гідроекологія*. 2010. Вип. 2 (43). С. 463–467.
39. Стежка В. А. Науково обгрунтовані принципи і підходи до вторинної медико-біологічної профілактики екологічно обумовленої та професійної патології, пов'язаною з впливом на людину сполук свинцю. Частина Шляхи надходження до організму, особливості токсикокінетики і токсикодинаміки свинцю. *Современные проблемы токсикологии*. 2005. № 4. С.63–69.
40. Федоненко О. В., Шарамок Т. С., Єсіпова Н. Б. Розподіл свинцю та кадмію в екосистемі самарського рибницького ставу *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: біологія*. 2007. Вип. 6, № 788. С. 105–109.
41. Хижняк М. І., Цьонь Н. І., Кононенко Р. В. Продуктивність вирощувальних ставів за дії традиційних і нетрадиційних органічних добрив. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2013. № 4. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/jpdf/Nd_2013_4_11.pdf
42. Ярошевська В.М., Дубінський П.М., Прокопчук Н.М. Охорона праці. Київ, 1993. 127-129.
43. Abdel-Khalek A.A. Risk assessment, bioaccumulation of metals and histopathological alterations in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) facing degraded aquatic conditions. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2015. Vol. 94, N 1. P. 77–83.

44. Ambreen F., Javed M., Batool U. Tissue specific heavy metals uptake in economically important fish, *Cyprinus carpio* at acute exposure of metals mixtures. *Pakistan J. Zool.* 2015. Vol. 47, N 2. P. 399–407.
45. Authman M.M., Zaki M.S., Khallaf E.A., Abbas H.H. Use of fish as bioindicator of the effects of heavy metals pollution *J. Aquac. Res. Devel.* 2015. Vol. 6. P. 4.
46. Lushchak V. I. Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. *Aquatic Toxicology.* 2011. Vol. 101, N 1. P. 13–30.
47. Oliva–Teles A. Nutrition and health of aquaculture fish. *Journal Fish Dis.* – 2012. Vol. 35 (2). P. 83–108.
48. Sharma S. K.. Heavy Metals in Water: Presence, Removal and Safety. *Royal Society of Chemistry.* 2014. 357 p

Додатки

Додаток А

Гранично допустимі концентрації

	Гідрохімічний показник	Тип ГДК	
		Для водойм рибогосподарського призначення (ГДК _{рг})	Для водойм господарсько- використання (ГДК _{гп})
1	Завислі речов, мг/дм ³	<0,75	<15
2	Розчинений кисень,	>6,0	>4.0
3	рН, од.	6,5-8,5	6,5-8,5
4	БСК5, мгО ₂ /дм ³	----	3,00
5	ХСК, мгО ₂ /дм ³	-----	15.0
6	Сума іонів, мг/дм ³	-----	1000
7	Хлорид іони, мг/дм ³	300	350
8	Сульфат іони, мг/дм ³	100	500
9	Іони магнію, мг/дм ³	40	50
10	Іони кальцію, мг/дм ³	180	-----
11	Іони натрію, мг/дм ³	120	200
12	Азот амонійний, мг/дм ³	0,5	2
13	Азот нітратний, мг/дм ³	9,1	10
14	Азот нітритний, мг/дм ³	0,08	-----
15	Фосфат іони, мг/дм ³	-----	3,5
16	Купрум, мг/дм ³	0,001	1
17	Цинк, мг/дм ³	0,01	1
18	Хром згальний мг/дм ³	0,001	0,1
19	Плюмбум, мг/дм ³	0,1	0,03
20	Нікель, мг/дм ³	0,01	0,1
21	Кадмій, мг/дм ³	0,005	0,0001
22	Ферум загальний, мг/дм ³	0,1	0,5
23	Нафто продукти, мг/дм ³	0,05	0,3
24	СПАР, мг/дм ³	0,2	0,5
25	Феноли, мг/дм ³	0,001	0,001