

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ**

Кафедра екології
та захисту довкілля
Допускається до захисту
« ____ » _____ 2025 р.

Зав. кафедри _____
(підпис)

доцент, к.б.н. Петро ХІРІВСЬКИЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістр

(рівень вищої освіти)

на тему: «Оцінка стану питних вод сільських територій Шацького поозер'я та розробка заходів покращення їх якості »

Виконав студент VI курсу,
групи Еко-63
спеціальності 101 «Екологія»
Олег РИГАЙЛО

Керівник: _____ Наталія ЛОПОТИЧ

Консультант: _____ Лариса ГОРДІЙЧУК

Дубляни – 2025 р.

Міністерство освіти та науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет агротехнологій та екології

Кафедра екології
Рівень вищої освіти «Магістр»
Спеціальність 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____
к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ
«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Ригайло О.А.

1. Тема роботи: «Оцінка стану питних вод сільських територій Шацького поозер'я та розробка заходів покращення їх якості».

Керівник кваліфікаційної роботи: Наталія ЛОПОТИЧ, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Затверджені наказом по університету від “___” _____ 20__ р. _____

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Літературні джерела

Методики виконання досліджень, матеріали і дані аналізів, обліків

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити ВСТУП

Розділ 1. ПРИРОДНІ РЕСУРСИ ШАЦЬКОГО ПООЗЕР'Я І ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

1.1. Природні умови Волинського Полісся

1.1.1. Кліматичні умови та рельєф Північно-західної Волині

1.1.2. Ресурси поверхневих та підземних вод Шацького поозер'я

1.1.3. Рослинність регіону досліджень

1.1.4. Едафічні чинники якості водних ресурсів

1.2. Забруднення природних вод як екологічна проблема Полісся

1.2.1. Сполуки азоту, процеси їх утворення й локалізації

1.2.2. Забруднення вод сполуками фосфору

1.2.3. Важкі метали й інші забруднювачі у довкіллі й води

Розділ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ

2.1. Методологія оцінки екологічної якості води та її вдосконалення

2.2. Критерії хіміко-аналітичної оцінки якості питної води

2.3. Мета, об'єкти і методика дослідження

Розділ 3. ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ НІТРАТАМИ

КРИНИЧНИХ ВОД РЕКРЕАЦІЙНОЇ ЗОНИ ОЗЕРА ПІСОЧНЕ ШАЦЬКОГО НПП

3.1. Дослідження динаміки забруднення нітратами питної води у криницях рекреаційної зони

3.2. Нітрифікаційна здатність криничної води у рекреаційній зоні

3.3. Вміст нітратів і фізико-хімічні показники ґрунту

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1. Аналіз стану охорони праці та техніка безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії

4.2. Покращення виробничої санітарії, техніки безпеки і пожежної безпеки при роботі у хіміко-аналітичній лабораторії

Зробити висновки за результатами проведених досліджень

Сформуувати список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості) Світлини, рисунки.

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3	Лопотич Н.Я., доцент кафедри екології		
4	Гордійчук Л.М., доцент кафедри інженерної механіки		

7. Дата видачі завдання _____ 18 вересня 2024 р. _____

Календарний план

№п/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	При-мітка
1	Написання вступу та розділу «Природні ресурси Шацького поозер'я і забруднення поверхневих вод»	18.09.24р. – 21.11.24р.	
2	Написання розділу «Методологічні підходи до оцінки якості води та вдосконалення системи контролю»	22.11.24р. – 31.03.25р.	
3	Написання розділу «Закономірності забруднення нітратами криничних вод рекреаційної зони озера Пісочне Шацького НПП»	01.04.25р. – 31.08.25р.	
4	Написання розділу «Охорона праці та захист населення», підготовка висновків, оформлення бібліографічного списку	01.09.25р. – 05.12.25р.	

Студент _____

(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Наталія ЛОПОТИЧ

(підпис)

УДК 574.2+556.11(282.247.314)

Оцінка стану питних вод сільських територій Шацького поозер'я та розробка заходів покращення їх якості. Ригайло О.А. Кваліфікаційна робота. Кафедра екології та захисту довкілля. Дубляни, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького 2025.

73 ст. текст. част., 5 табл., 9 рис., 23 літ. джерел.

У кваліфікаційній роботі детально охарактеризовані природно-кліматичні умови формування водних ресурсів Шацького поозер'я. Проаналізовані основні фактори, що впливають на екологічну якість питної води регіону.

З'ясовано окремі джерела та рівні нітратного забруднення колодязів прилеглих до озера Пісочне сіл Мельники та Затишшя. Досліджений механізм нітратного забруднення питної води та її нітрифікаційна здатність.

Доведена актуальність упорядкування сільських вододжерел та потреба їх захисту від потрапляння поверхневих побутових і тваринницьких стоків із дощовими водами.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Розділ 1. ПРИРОДНІ РЕСУРСИ ШАЦЬКОГО ПООЗЕР'Я І ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД.....	8
1.1. Природні умови Волинського Полісся	8
1.1.1. Кліматичні умови та рельєф Північно-західної Волині	10
1.1.2. Ресурси поверхневих та підземних вод Шацького поозер'я....	17
1.1.3. Рослинність регіону досліджень	19
1.1.4. Едафічні чинники якості водних ресурсів.....	21
1.2. Забруднення природних вод як екологічна проблема Полісся....	25
1.2.1. Сполуки азоту, процеси їх утворення й локалізації.....	29
1.2.2. Забруднення вод сполуками фосфору.....	38
1.2.3. Важкі метали й інші забруднювачі у довкіллі й води.....	39
Розділ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ.....	42
2.1. Методологія оцінки екологічної якості води та її вдосконалення.....	42
2.2. Критерії хіміко-аналітичної оцінки якості питної води.....	44
2.3. Мета, об'єкти і методика дослідження.....	45
Розділ 3. ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ НІТРАТАМИ КРИНИЧНИХ ВОД РЕКРЕАЦІЙНОЇ ЗОНИ ОЗЕРА ПІСОЧНЕ ШАЦЬКОГО НПП.....	50
3.1. Дослідження динаміки забруднення нітратами питної води у криницях рекреаційної зони	50
3.2. Нітрифікаційна здатність криничної води у рекреаційній зоні.....	55
3.3. Вміст нітратів і фізико-хімічні показники ґрунту.....	57
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	63
4.1. Аналіз стану охорони праці та техніка безпеки в хіміко-	63

аналітичній лабораторії.....	
4.2. Покращення виробничої санітарії, техніки безпеки і пожежної безпеки при роботі у хіміко-аналітичній лабораторії.....	65
ВИСНОВКИ.....	69
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	71

ВСТУП

В крайньому північно-західному районі України розташована одна з її перлин – Шацький озерний край. Ця невелика за розмірами територія – своєрідний ландшафт – Шацьке поозер'я, вирізняється багатьма унікальними рисами, які стали причиною особливої уваги людей: рекреантів, натуралістів, гідрологів, лісогоподарників. Сюди приїжджають люди з усієї України, Білорусі, Польщі, Росії.

Території, які належать до Західної зони Шацьких озер, суттєво відрізняються від інших природних ландшафтів зони Полісся. Це зумовлено тим, що тут знаходяться озера, де сконцентровані величезні запаси прісних вод. Враховуючи чистоту і незайманість природних комплексів Шацького національного природного парку (НПП), їх можна використовувати як еталонні для інших регіонів Полісся України. Так і було до недавнього часу.

Проте, в останні десятиліття інтенсивність і структура природокористування в районі значно змінилася. Виросли обсяги сільськогосподарського використання прилеглих до озер територій. Цьому сприяло активне меліоративне будівництво, яке безсумнівно чинить ще й безпосередній вплив на стан озерних екосистем.

На базі Шацьких озер сформувалася та розвивається інфраструктура відпочинку – створені туристичні комплекси і пансіонати, прокладені автомобільні дороги тощо, що суттєво вплинуло на стан природних вод. Але вже навіть пересічному відпочиваючому видно, що якість води в популярних Шацьких озерах (Світязь, Пісочне) щораз погіршується і це відображено в численних публікаціях, а також працях науковців.

Наявність різних джерел забруднення, а, особливо, зрослий потік рекреантів, вимагають контролю довкілля, що повинен обов'язково включати (крім оцінки якості води за показниками гідрохімічних складових) визначення токсичних речовин, що з'являються у водоймах у результаті господарсько–побутового забруднення.

Вивчення особливостей, закономірностей і механізмів впливу забруднюючих речовин на екосистеми також є метою численних досліджень у різних країнах світу, проте цілісної концепції щодо процесів забруднюючих речовин у прісних водах поки що немає.

Мета наших досліджень – встановити рівень вмісту нітратів у питній воді присадибних вододжерел (криниць) у рекреаційній зоні Шацького НПП та рекомендувати способи уникнення їх забруднення.

Для цього було передбачено виконання таких завдань: здійснити аналіз літературних джерел з питань чинників формування екологічної якості води, критеріїв її оцінки; вивчити методи визначення вмісту нітратів, нітрифікаційної здатності і електропровідності води; дослідити вміст нітратів, рН і електропровідності води у криницях прилеглих до озера Пісочне сіл Мельники та Затишшя; дослідити фізико-хімічних властивості (вміст гумусу і нітратів, рН) ґрунту біля забруднених нітратами водо джерел та оцінити вплив ймовірного джерела забруднення на фізико-хімічний стан ґрунту і вміст нітратів в ньому.

Об'єкт досліджень – нітрати у питній воді криниць у селах Мельники та Затишшя Шацького району.

Предмет досліджень – закономірності і причини коливання вмісту нітратів у водо джерелах та екологічна якість природних питних вод (на прикладі криничних вод) в рекреаційній зоні озера Пісочне Шацького національного природного парку.

Розділ 1. ПРИРОДНІ РЕСУРСИ ШАЦЬКОГО ПООЗЕР'Я І ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

1.1. Природні умови Волинського Полісся

Територія Шацького національного природного парку (НПП), що знаходиться в межах західної частини Волинського Полісся, є унікальною не тільки в межах України, але у Східній Європі в цілому. Шацький НПП створений у 1983 р. на площі 32830 га, а в 1999 році Указом Президента України його площа збільшена до 48997 га (рис. 1.1).

Першочерговими завданнями Шацького НПП є збереження озерно-лісового комплексу Шацького поозер'я та розвиток його рекреаційного використання. З метою диференційованого ведення природоохоронного господарства та збереження унікальної природи проведено зонування території парку, зокрема виділено такі функціональні зони, як заповідна, зона регульованої рекреації, зона стаціонарної рекреації та господарська зона .

Природне середовище Шацького НПП зазнає зростаючого впливу господарської діяльності людини, зокрема через рекреаційну та сільськогосподарську діяльність. Варто відзначити, що покращення якості поверхневих вод та питної води в рішеннях конференції ООН із проблем навколишнього середовища і розвитку, що проходили в Ріо-де-Жанейро та в Йоганнесбурзі, визначені як пріоритетні завдання в природоохоронній діяльності. А оскільки територія Шацького НПП входить до Міжнародного біорезервату “Західне Полісся” та підлягає жорстким міжнародним вимогам, то виникає потреба у відстежуванні і вивченні антропогенно-трансформованих геосистем із метою розробки пріоритетних заходів з охорони, підтримки та відтворення їх екологічної стійкості, що ми й намагаємося досягнути у цьому дослідженні.



Рис. 1.1. Географічне розташування Шацького національного природного парку.

Сьогодні, навіть пересічному відпочиваючому видно, що якість води в популярних Шацьких озерах (Світязь, Пісочне) щораз погіршується і це відображено в численних газетних публікаціях, а також працях науковців Києва, Львова, Луцька [16, 19, 20, 22].

1.1.1. Кліматичні умови та рельєф Північно-західної Волині

Кліматичні умови характеризуються помірною континентальністю. Зима м'яка, з нестійкими морозами, частими відлигами, нежарким літом, значними опадами, затяжною весною та осінню [23].

Радіаційні умови, циркуляція, а також характер підстилаючої поверхні визначають багаторічний режим погоди досліджуваної території.

Радіаційними умовами визначаються закономірності температурного режиму і режиму зволоження. Середні величини сумарної радіації для Волинського Полісся досягають 92,7 ккал кв. см. в рік, причому переважає розсіяна радіація, яка становить 56,4 % від сумарної.

Середньорічний радіаційний баланс досліджуваної території становить 33,8 ккал/кв.см., в листопаді-лютому він характеризується від'ємними величинами. Найбільші величини радіаційного балансу спостерігаються в червні і становлять 6,8 ккал/кв. см. в місяць, а найменші в січні (0,7 ккал/кв. см за місяць).

Сонячна радіація є одним з основних чинників формування клімату. Характеристика радіаційного режиму розкриває закономірність розподілу сонячної радіації і радіаційного балансу в просторі і часі. Сонячна радіація і радіаційний баланс змінюється протягом року. Максимальні показники припадають на літні місяці, а мінімальні – на зимові [13].

Атмосферна циркуляція в значній мірі зумовлює кліматичні умови. Вплив циркуляційних факторів на клімат досліджуваної території виражається в перепаді атлантичних тропічних і арктичних повітряних мас, а також в циклонічній і антициклонічній діяльності. Переважає континентальне і морське (атлантичне) повітря помірних широт, частота вторгнення якого відповідно становить 30 і 47% від усього числа днів у році.

Часті циклони зі сторони Атлантики з досить активними фронтальними поділами приносять з собою значну хмарність і велику кількість опадів. В

окремі роки річні суми опадів можуть суттєво відхилятися від багаторічної норми. Літом внаслідок трансформації вологого морського повітря випадає значна кількість опадів [21].

Починаючи з 2000 років, відзначено стійке збільшення тривалості посушливих періодів у теплий період року, особливо в третій декаді липня – першій-другій декаді серпня.

Через те, що поліська частина області розташована на зниженій терасовій рівнині, а лісостепова – на підвищеному Волинському плато, географічна широта не впливає на зростання температур, бо вони в південній частині знижуються за рахунок збільшення висоти над рівнем моря. Взимку та влітку територія піддається західному та південно-західному переносу повітря, що значно пом'якшує температурний режим і створює умови для достатнього зволоження.

Тепловий режим виражається тепловим балансом, до якого, крім радіаційного балансу, відноситься кількість тепла, яка витрачається на випаровування, турбулентний теплообмін підстилаючої поверхні з атмосферою і теплообмін у ґрунті [15].

За рік випарування становить 555-565 мм вологи, на це витрачається до 25 ккал/см² тепла, на турбулентний теплообмін підстилаючої поверхні з атмосферою – 6 ккал/см², на теплообмін у ґрунті – до 2,8 ккал/см².

Середня температура січня в західній частині області на 0,5°C вища, ніж у східній частині, а середня температура липня вища на 0,4°C. Досить помітні відмінності в температурному режимі між північною та південною частинами області. Середня температура січня в північній частині нижча на 0,4 порівняно з півднем, середня температура липня нижча на 0,2°C.

Сума активних температур за період з середньою температурою понад +10°C дорівнює 2400-2500°C. Безморозний період досить тривалий і становить 115-160 днів, а тривалість періоду з середньою добовою температурою +5°C –

205-210 днів, понад $+10^{\circ}\text{C}$ – 155-160 днів, більше $+15^{\circ}\text{C}$ – 110-105 днів.

Середня температура повітря за рік близько $+7^{\circ}\text{C}$, найхолоднішого місяця січня -5°C , а найтеплішого-липня $+8^{\circ}\text{C}$. Абсолютні максимуми $+36 - +38^{\circ}\text{C}$.

Розподіл опадів в регіоні також не рівномірний як в середньому за рік, та і за сезонами. Центральна і східна частини області отримують більше опадів у середньому за рік (Ковель – 592 мм) порівняно із західними і південними (Луцьк – 512 мм).

Більша частина опадів випадає в теплу пору року (квітень-жовтень). Максимальна кількість опадів припадає на червень-липень.

Велика кількість опадів та їх переважання над випаровуванням зумовлює існування значної кількості озер на досліджуваній території.

Верхній, найбільш нагрітий шар води постійно переміщується, температура в ньому вирівнюється. Потужність цього шару на оз. Світязь досягає 10-12 м, коливається в середньому в межах від 2 до 6 м. Нижче шару перемішування формується, як правило, термоклин.

За характером термічного режиму оз. Світязь відноситься до типу озер помірних широт з чітко вираженою прямою стратифікацією влітку, зворотною взимку і геотермією весною та пізньої осені. Максимум температури поверхні води, за даними м/с «Світязь», настає в липні-серпні і досягає $24,5^{\circ}\text{C}$. У центральній частині озера температура дещо нижча ($19-20^{\circ}\text{C}$) [19].

Процес льодоутворення на різних ділянках озера відбувається з різною інтенсивністю і фаза льодоставу розтягується на тривалий період. Починається замерзання, як правило, у середині грудня в найбільш захищених від вітру частинах прибережної зони.

Замерзання відкритої глибоководної частини озера відбувається значно пізніше. Льодостав утворюється в тій же послідовності. Стійкий льодовий покрив у центральній глибоководній частині формується в останніх числах

січня. В окремі роки оз. Світязь не замерзає взагалі. Скресання озера відбувається в березні. Тривалість льодоставу від 30 до 90 днів.

Розрахунки показують, що глибокі озера характеризуються, найбільшим теплозапасом (табл. 1.1). За теплозапасом водойми визначена середня температура води (співвідношення теплозапасу і об'єму озера).

Термічні дослідження дозволили визначити тепловий бюджет озер, тобто знайти різницю між максимальним і мінімальними за рік тепло- запасами. Він означає кількість тепла (в калоріях), яка необхідна для нагрівання від мінімальної до максимальної температури стовпця води перерізом в 1 см^2 і висотою, що відповідає середній глибині озера.

Таблиця 1.1 – Теплові запаси і річний тепловий бюджет озер, кал/см^2

Озеро	Максимум		Мінімум		Річний тепловий бюджет
	Середня $t^{\circ}\text{C}$	Теплозапас	Середня $t^{\circ}\text{C}$	Теплозапас	
Світязь	20.2	16289	1.0	807	15482
Пулемецьке	20.4	7801	1.6	606	7195
Пісочне	19.6	8026	1.3	546	7480
Люцимир	19.0	7114	1.5	561	6553
Острів'янське	18.3	2516	2.6	363	2153
Мошне	21.8	2326	4.0	432	1894
Соминець	18.5	2564	3.2	436	2128
Луки	21.3	3577	3.8	635	2842
Кримне	18.4	3023	2.3	378	2645
Карасинець	21.3	1997	3.9	366	1631
Климівське	22.5	1406	4.0	250	1156

Таким чином, в термічному режимі озер спостерігається такі особливості: умови нагрівання та охолодження води досить різноманітні і підпорядковані не лише метеорологічній ситуації, але й іншим фактором, серед яких важливе місце належить морфометричним параметрам. Температурний режим озер – важлива індивідуальна риса кожної водойми, яка відображає її певний генетичний тип.

За характером температурного режиму виділяється дві групи озер: 1) стратифіковані та слабостратифіковані (Світязь, Пулемецьке, Луки, Кримне та ін.). На частку гіполімніону припадає до 50% (у стратифікованих озерах) загального об'єму водної маси. Для цієї групи озер властивий значний річний тепловий бюджет (від 3023 до 16289 кал/см²); 2) не стратифіковані мілководні водойми різної площі (Климівське, Карасинець, Мошне та ін.) Тепловий запас їх відображає взаємодію об'єму водної маси і ступеня її нагрівання в певний період року. Тепловий бюджет таких водойм менший (від 1406 до 2564 кал/см²) від теплового бюджету озер першої групи.

За геологічними умовами та рельєфом досліджувана територія – низовинна рівнина з абсолютними висотами 140-160м. Поверхня рівнини характеризується чергуванням плоских низовинних ділянок з горбами та грядами. Розчленування слабе, з коливанням відносних висот від 2,5м до 10м. Суттєва риса ландшафту – значна кількість озер, що дає підставу визначити район як Шацьке поозер'я [5, 16,19, 23].

Геоморфологічна будова Шацького поозер'я відображає поєднання різних типів рельєфу, які відрізняються за походженням, морфологічними, динамічними і віковими ознаками. Рельєф території в сучасному вигляді сформувався, в основному, в четвертинний під впливом льодовикових, ерозійних, карстових, еолових та антропогенних чинників.

Четвертинний покрив території має винятково неоднорідну будову і мінливі потужності. Якщо на значних площах Турійської денудаційної рівнини він або цілком відсутній, або ж представлений тонкою верствою елювіальних

утворень, то в долинах рік Західного Бугу і Прип'яті четвертинні відклади залягають строкатою товщею потужністю до 40 м. Найхарактернішою ознакою поширення антропогенових відкладів є їх широтна зональність. Якщо рухатись з півночі на південь області, то в будові антропогенового покриву можна виділити такі смуги з переважанням: а) піщаних, рідше супіщано-суглинистих утворень, що складають заплаву та надзаплавні тераси р. Прип'ять; б) власне льодовикових (моренних) відкладів (Волинське моренне пасмо); в) елювіальних утворень на верхній крейді, місцями перекритих водно-льодовиковими пісками (Гурійська денудаційна рівнина); г) лесів та лесоподібних порід (Волинська височина).

Четвертинні відклади представлені лише континентальними утвореннями, серед яких виділяються фації льодовикового (моренного), водно-льодовикового, озерно-льодовикового, алювіального, еолового, елювіального та інших генетичних типів.

На Волині є умови які призводять до інтенсивного розвитку карсту, а саме: 1) наявність розчинних порід; 2) їх водопроникність; 3) наявність рухливих вод; 4) їх розчинна здатність. Б. Іванов додає п'яту умову розвитку карсту – наявність інтенсивних піднімань структур, достатніх для стійкого формування ерозійних урізів, які оголюють частково чи повністю відклади, що карстуються.

Розміщуючись на Великому Європейському вододілі, Шацьке поозер'я має значне природоохоронне значення для всього Поліського регіону і характеризується такими специфічними особливостями:

1) розміщене між двома пост максимальними зонами поширених крайових льодовикових утворень дніпровського льодовика – Роетанською і Головненською, що об'єднують складний комплекс кінцево-моренних і зандрових утворень;

2) є однією з найбільш багато численних озерних груп Поліського озерного поясу Східноєвропейської рівнини, розміщених на вододілі;

3) основними морфодинамічними процесами формування території в голоцені були карстоутворення і заболочування;

4) Найбільшого антропогенного перетворення території зазнала внаслідок меліоративного освоєння.

Проведеними геоморфологічними дослідженнями для потреб оптимізації природокористування встановлено наступне.

У морфоструктурному відношенні для території характерні пластово-аккумулятивні та пластово-денудаційні субгоризонтальні рівнини, слабо деформовані новітніми рухами земної кори, які сформувалися в умовах відносно незначної просторової диференціації в активності Шацької, Любомльської і Любохинської блокових морфоструктур 5-ого порядку [15].

Геоморфологічна будова території відображає поєднання реліктових льодовикових і водно-льодовикових типів рельєфу з карстовими, еоловими і антропогенними типами і формами. Окремо виділяємо озерний тип рельєфу, який утворюють озерні улоговини різної форми і генезису. Переважаючими є карстово-льодовиково-аккумулятивні типи озерних улоговин. Основними процесами сучасного морфогенезу є заболочування, еолова дефляція, карст.

Результатом загального геоморфологічного аналізу виступає спеціальне районування території, яке враховує переважаючий тип природокористування, зокрема: аграрний – Верхньо-Прип'ятська алювіальна низовина і Головніненська моренна рівнина, аграрно-лісова Копайівська водно-льодовикова низовина і Прибузька алювіальна рівнина, рекреаційно-лісове-Ростанське кінцево-моренне пасмо та рекреаційний – Світязька озерно-зандрова карстово-денудаційна низовина [14].

Враховуючи слабо інтенсивний розвиток існуючих господарств та значну природну цінність території, пропонується визначити як головний тип природокористування для Шацького поозер'я природоохоронно-рекреаційний, з використанням певної частини території для інших господарських цілей, а для

Шацького національного природного парку – резерваційно-заповідний.

Запропоноване нове зонування парку включає 4 типи і 13 підтипів функціональних зон та буферну зону.

Складність геоморфологічної і геологічної будови в значній мірі зумовлена морфологічною структурою Шацького ландшафтного району.

1.1.2. Ресурси поверхневих та підземних вод Шацького поозер'я

Територія Волинського Полісся належить до басейну р. Прип'ять (басейн Чорного моря). Найбільш значними ріками є праві притоки Прип'яті: Вижівка, Турія, Стохід і Стир. Густота річкової мережі тут майже в два рази вища ніж в середньому в Україні ($0.22-0.33 \text{ км/км}^2$).

Середній похил річок ($0.27-0.40 \text{ м/км}$) і швидкість течії ($0.01-0.2 \text{ м/с}$) незначні, що сприяє утворенню в долинах річок заболочуваних територій. Середньорічні модулі стоку мало змінюються по території і становлять 2-4 л/сек на км^2 . Об'єм місцевого стоку складає близько 1964 млн. м^3 на рік. Тобто на 1 км площі в рік припадає 97,2 тис. м^3 стоку [13].

Нерівномірний розподіл стоку протягом року обумовив необхідність створення штучних водоймищ для врегулювання весняного стоку і наступного використання його в маловодний період. Разом з тим умови врегулювання стоку тут дуже несприятливі, в зв'язку з затопленням освоєних земель і утворенням великих мілководних зон. Загальний річний об'єм стоку річок становить в середньому 3816 млн. м^3 .

Річки несуть значну кількість завислого теригенного матеріалу, який характеризується нерівномірним внутрішньорічним розподілом. Велика частина твердого стоку (50-70%) припадає на весняну повінь [19].

На території досліджень знаходиться велика кількість озер. Вони живляться атмосферними опадами, поверхневим стоком і підземними водами.

Підземні води є найважливішим фактором підтримання рівня озер, а також регулятором їх температурного режиму. Температура підземних вод, якими живляться озера, залежно від їх глибини, коливається в межах 6-8⁰С. Рівень води в озерах протягом року змінюється до 1 м [17].

Територія досліджень знаходиться в межах Волино-Подільського артезіанського басейну, в якому поширені прісні і мінералізовані підземні води. Поширення і формування водоносних горизонтів зумовлене геологічною будовою території. Тут виділяють декілька водоносних горизонтів, які причетні до відкладів рисей-кембрію, силуру, девону, крейди і четвертинного періодів.

Утворюють водоносний горизонт рифей-кембрію тріщинуваті пісковики. Він перекритий відкладами силуру, верхньої крейди і четвертинного періоду. Води цього горизонту гідрокарбонатно-кальцієві гідрокарбонатно-натрієві і з глибиною переходять в хлоридно-кальцієві З глибиною залягання горизонту зростає також мінералізація вод. Так на глибинах 60-900 м, згідно з матеріалами Ковельської ГМЕ, води прісні і мінералізація коливається в межах 0,4-0,7 г/л [16, 18].

Силурійський водоносний горизонт приурочений до тріщинуватої зони вапняків. Води цього горизонту напірні. Водозабезпечення горизонту зростає з його потужністю.

Води візейського водоносного горизонту, згідно з матеріалами Ковельської ГМЕ, за хімічним складом хлоридно-натрієві з підвищеною мінералізацією. Горизонт водозбагачений слабо.

Води намюрського горизонту за хімічним складом різноманітні. За мінералізацією води непостійні – від слабосолоних до сильносолоних.

Водоносний горизонт верхньокрейдяних відкладів представлений тріщинуватою мергельно-крейдяною товщею і поширений по всій території. Він перекривається відкладами палеогенового і четвертинного періодів. Глибина залягання водоносного горизонту змінюється від 10 м в межах

Волинської полого-горбистої височини до 80 м в заглиблених ділянках долини р. Прип'ять. Ділянка живлення горизонту знаходиться в південній частині області, де верхньокрейдяні відклади майже виходять на денну поверхню або залягають неглибоко.

Водоносний комплекс нижньочетвертинних флювіогляціальних відкладів утворюють різнозернисті піски і супіски окського горизонту. Його потужність коливається в межах 3-12 м. Поширений він у вигляді лінз у пониженнях долинах льодовикового розливу. Води слабонапірні.

Водоносний горизонт складається з середньо, верхньочетвертинних і сучасних відкладів, які тісно пов'язані між собою і становлять єдину обводнену товщу. Водозабезпеченість горизонтів незначна. Поповнення запасів води в цих горизонтах перебуває в тісній залежності від атмосферних опадів. На окремих ділянках, особливо в долинах річок і озер, на режим вод цього горизонту впливає рівень води в річках і водоймищах, тут відбувається також додаткове живлення верхньокрейдяними напірними водами. Вода характеризується змінним хімічним складом.

1.1.3. Рослинність регіону досліджень

Згідно з сучасним геоботанічним районуванням Волинське Полісся, де розташована досліджувана територія, входить до складу Західно-Поліського, Волино-Поліського геоботанічного округу Східної Європейської провінції широколистяних лісів європейської широко-листяної зони. Ліси тут є пануючим типом рослинності. Провідні лісоутворюючі породи: сосна звичайна (*Pinus silvestris*), що займає понад 67% всієї лісовкритої площі, дуб звичайний (*Quercus robur*), береза бородавчаста (*Betula verrucosa Ebrh*), вільха чорна (*Alnus dltutinosa (L)*), осика (*Populus remula L*), граб (*Carpsnus betulus L*).

Найбільш характерні для району соснові **ліси** (соснові бори), поширені на супіщаних ґрунтах піщаних терас. Сухі бори займають вершини підвищень. Свіжі, вологі та сирі – схили горбів та пониження між ними [3, 8, 9]. Основна лісоутворююча порода – сосна звичайна. Супутником в першому ярусу

виступає береза бородавчаста, в суборах – ялина. На перехідних болотах до сосни домішується береза пухнаста. Корінні широколистяні деревостани представлені лісами дубовими, менше ясеновими, кленовими, липовими і широколистяно – чорно вільховими. Постійні супутники – едифікатори цих лісів: граб, вяз гладенький, вяз листуватий або берест, береза бородавчаста, осика. Широколистяні ліси виростають невеликими масивами, займаючи найбільш родючі лісові ґрунти. Дрібнолистяні ліси – березняки з березою бородавчастою і осичники формуються на місці корінних хвойних і широколистяних лісів. Ці похідні ліси займають переважно лісосіки і згарища на місці згаданих корінних деревостанів [14].

Суходільні луки не утворюють великих масивів. Будучи розкидані окремими ділянками серед орних земель по лісових галявинах, по окраїнах доріг, боліт. Травостій суходільних лук низький але густий. Серед суходільних найбільш поширені луки злаково-різнотравні. Ці луки займають підвищені ділянки вододільних просторів в оточенні лісів і лісових боліт. Основу їх травостою складають костриця лучна, тонконіг лучник, щучник дернистий, трясучка середня, щавель кислий, жовтець багатоквітковий, чебрець звичайний.

Заплавні луки зосереджені в заплаві ріки Прип'яті. Серед них розрізняють луки різнотравно-злакові, бобово-різнотравні, осоково-злакові та низькозлаково-різнотравні. Різнотравно-злакові луки займають злегка підвищені ділянки прируслової частини заплави; бобово-різнотравні розміщені на злегка піднесених місцях притерасної і центральної частини заплави; осоково-злакові – на невеликих площах по пониженнях центральної частини заплави; низькозлакова – різнотравні виростають по притерасних частинах заплави (рис. 1.2) [8, 9, 23].

Низинні луки досить поширені. Займають понижені добре зволожені вододільні ділянки. Особливо часто можна зустріти бобово-злакові та

дрібнотравно-злакові низинні луки. Серед різнотрав'я особливо багато подорожника ланцетолистого, жовтців повзучого та язиколистяного. Болотні луки поширені на значних просторах, по найбільш знижених місцях, де ґрунтові води підходять до самої земної поверхні або вище. Основу їх травостою становлять осока несправжньоосмикавцева, мітлиця собача, осока струнка, чорнушка.

У лісових, озерно-лісових, болотно-озерних та лучних місцевостях трапляються рідкісні види рослин, які занесені до Червоної книги України, наприклад: Черевички зозулині звичайні (*Cyhyrepedium calceolus*), Росичка проміжна (*Drosera intermedia*), Щитolistник звичайний (*Hydrocotyle vulgaris*), Плаун-баранець (*Huperzia selago*) і Плаун гострий (*Lycopodium annotinum*) [18, 22].



Рис. 1.2. - Типовий краєвид Шацького поозер'я влітку після дощу

1.1.4. Едафічні чинники якості водних ресурсів

Складність рельєфу, геологічної будови, а також близьке залягання ґрунтових вод зумовили велику кількість ґрунтових відмін і складну структуру ґрунтового покриву Шацького національного природного парку [2].

Найбільш поширеними ґрунтами описуваної місцевості є різні відміни зональних дерново-підзолистих ґрунтів; загальною рисою їх є поділ по профілю на горизонти вимивання і вмивання колоїдів та оксидів, ненасиченість вбирного комплексу основами та їх мала біологічна продуктивність. В зв'язку з формуванням їх на водно-льодовикових та давньоалювіальних відкладах легкого гранулометричного складу ці ґрунти переважно піщаного і супіщаного типу [20].

За ступенем опідзолення дерново-підзолисті ґрунти поділяються на

сильно-, середньо- і слабопідзолисті. Ступінь опідзолення залежить від віку ґрунту, тобто тривалості підзолистого процесу та від механічного складу материнських ґрунтів. На піщаних і супіщаних породах найчастіше утворюються дерново-слабопідзолисті ґрунти, а на глинисто-піщаних та суглинистих – дерново-середньопідзолисті, особливо коли вони на глибині до 1 м підстеляються суглинками або крейдою.

Більше половини дерново-підзолистих ґрунтів зазнають надмірного зволоження за рахунок неглибоко залягаючи підземних вод, тобто відносяться до глеюватих та глейових.

Дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти поширені по всьому Волинському Поліссі. Вони залягають на слабо хвилястих вододільних просторах та борових терасах рік. Дуже часто в рельєфі виражені піщані горби і гряди, дюни та вали. Піски, на яких вони сформувались, переважно водно-льодовикового походження, часто пересорттовані і перевідкладені вітром. Інколи материнською породою виступає моренний пісок, який містить багато валунів та гальки з Феноскандії. Профіль ґрунтів не має чіткої диференціації на горизонти. Гранулометричний склад ґрунтів зумовлює його водно-повітряні властивості. Мала кількість глинистих фракцій (5-10 %) не може створити хоч яку-небудь структуру, що зумовлює велику водопроникність та малу вологомісткість. Верхні шари ґрунту містять мало вологи, яка навіть при кількадеennих посухах швидко випаровується, що призводить до в'янення рослин [19].

Дерново-середньо- та сильно підзолисті ґрунти поширені переважно в південній частині Полісся. Вони розвинулись на малопотужних четвертинних відкладах, представлені супісками, покривними суглинками та шаруватими напластуваннями різного гранулометричного складу. Часто ці відклади на глибині 1-1.5 м підстеляються крейдою. На більш понижених елементах рельєфу значну роль у ґрунтоутворенні відіграє глейовий процес.

Лучні ґрунти поширені в межах Волинської височини в долинах рік на

алювіальних відкладах легко суглинистого гранулометричного складу.

Вони утворилися в умовах надмірного зволоження під ґрунтовими та річковими водами, тобто належать до гігроморфних ґрунтів. Перезволоження проявляється в оглеєнні материнської породи, іноді нижньої частини перехідного горизонту

Болотні ґрунти поширені в межах Поліської низовини, в долинах Прип'яті, Турії, Циру, Стоходу. Значному розвитку болотного процесу сприяє кількість опадів, рівнинність території, слабка дренажна роль річок.

За ступенем вираження болотного процесу ґрунтоутворення та глибиною торфового горизонту розрізняють такі типи болотних ґрунтів: лучно-болотні, болотні, торфувато-болотні, торфово-болотні та торфові ґрунти.

Лучно-болотні ґрунти розташовані на окраїнах великих болотних масивів. Вони вкриті гідромезофільною лучною рослинністю. Болотні ґрунти поширені на низькому рівні заплав на місці замулених озер, їм властиве постійне перезволоження та оглеєння всього профілю. Торфові ґрунти розташовані на широких заплавах поліських річок, прохідних долинах та замкнутих улоговинах, біля витоків річок. В основному це низинні торфовища трав'янисто-осокового походження.

Ґрунти, як екологічний чинник, мають суттєвий вплив на формування екосистеми. Серед екологічних факторів природних екотопів Шацького НПП найбільшою амплітудою характеризується вологість ґрунту, який грає найбільшу роль в просторовому розподілі рослинних угруповань [22]

Коливання значень едафічних факторів є значно більшими, ніж кліматичних, адже вони є локальними і їх зміна суттєва навіть на території з однорідним рельєфом, такій як Шацький НПП.

Вологість ґрунту змінюється від 9,65 (субмезофіт) до 20,53 і 20,80 (гідрофіти). Амплітуда вологості – 11,15 балів, що складає 48% від загальної

амплітуди (23 бали). Інші едафічні фактори характеризуються практично однаковою амплітудою (~30%).

При дослідженні всіх типів екотопів чіткої кореляції між вологістю та іншими як едафічними так і кліматичними факторами виявлено не було, що свідчить про незалежність вологості від інших факторів. Однією з найбільших залежностей відзначається трофність та кислотність (89%). Трофність та рН є мінімальними в екотопах оліготрофних боліт, а максимуму досягають у водних екотопах, оскільки донна поверхня водних екосистем складається з крейди.

Кислотність ґрунту у всіх досліджених екотопах добре корелює із вмістом азоту ($r = 85\%$) аналогічно підвищенню трофності та кислотності у тих самих екоклінах. Відповідно, трофність у свою чергу теж корелює із вмістом азоту ($r = 85\%$).

Серед екотопів лісів та чагарників соснові ліси характеризуються найнижчим вмістом азоту, бо вони формуються на піщаних дерново-підзолистих ґрунтах (внаслідок хорошої аерації піску, органіка швидко мінералізується і вимивається в нижні горизонти) [9]. У грабово-дубових та вільхових лісах умови зволоження є достатніми, і тому азот добре мінералізується і його вміст є високим [21, 22].

Вплив азоту добре проявляється у розподілі угруповань. Найменшим вмістом азоту (за винятком оліготрофних боліт) характеризуються екосистеми пустищ. Вміст азоту зростає у ґрунтах під угрупованнями класу *Trifolio-Geranietea sanguinei*, адже це є угруповання узлісь (екотони між лісом та луками). Ґрунти звичайних лук класу *Molinio-Arrhenatheretea* характеризуються вищим вмістом азоту. Ще більший вміст азоту у ґрунтах під вологими, мокрими та болотистими луками класу *Phragmiti-Magnocaricetea*, за якими розташовуються екотопи водних угруповань класів *Utricularietea intermedio-minoris*, *Potametea* та *Lemnetea minoris*. Мезооліготрофні болота за вмістом азоту частково перебиваються із пустищами та псамофітними угрупованнями, а

оліготрофні болота характеризуються найменшими вмістом азоту, адже органічні рештки в них не розкладаються, а оторфовуються.

За вмістом азоту різні едафотопи і типи рослинних угруповань вже об'єднуються по декілька в екологічні групи. Ці факти ще раз засвідчують визначальну роль едафічних факторів у просторовому розподілі екосистем Шацького НПП.

1.2. Забруднення природних вод як екологічна проблема Полісся

Території, які належать до Західної зони Шацьких озер, суттєво відрізняються від інших природних ландшафтів зони Полісся. Це обумовлено тим, що тут знаходяться озера, де сконцентровані величезні запаси прісних вод.

Враховуючи чистоту і незайманість природних комплексів Шацького НПП, їх можна використовувати як еталонні для інших регіонів Полісся України. Так і було до недавнього часу.

Проте, в останні десятиліття інтенсивність і структура природокористування в районі значно змінилася. Виросли об'єми сільськогосподарського використання прилеглих до озер територій. Цьому сприяло активне меліоративне будівництво, яке безсумнівно чинить ще й безпосередній вплив на стан озерних екосистем.

Осушення боліт на перезволожених землях вносить істотні зміни у водний баланс та режим поверхневого стоку, в баланс і режим ґрунтових вод та водний режим зони аерації, змінює мікроклімат, ґрунтовий і рослинний покрив, інженерно-геологічні умови [11, 12]. Цими питаннями займалися багато науковців з різних установ. Цій проблематиці посвячено багато літератури [14, 21, 23], що нерідко містить суперечливу оцінку ефекту меліорації на прилеглі території: вплив на мікроландшафти, змінюючи їх структуру і біофауну. Часткове це може бути пов'язано з недообліком великої

різноманітності гідрологічних умов перезволожених земель ґрунтів, слабкою вивченістю балансу підземних вод, недообліком природних багаторічних коливань водоносності річок і режиму ґрунтових вод. Меліорації забезпечують отримання високих і стійких урожаїв культур, трав, що обробляються на осушених землях. Хоча на території західного Полісся використання осушених земель – нераціональне. Також є території не використовувані в сільському господарстві, що зрештою призводить до заростання болотною травою, рогозою, чагарником.

Враховуючи всі чинники та фактори позитивного і негативного впливу - меліоративних систем та розміщення їх на території Шацького національного парку прилеглих до нього, що може викликати деградацію мікрорел'єфів при пониженні рівня ґрунтового покриву, гідрологічного режиму ґрунтових вод, зміна флористичного та фауністичного видового складу, та інші

На базі Шацьких озер сформувалась та розвивається інфраструктура відпочинку – створені туристичні комплекси і пансіонати, прокладені автомобільні дороги тощо.

Сучасний рівень забрудненості як поверхневих, так підземних вододжерел визначається комплексом антропогенних факторів-впливів, які певним чином змінюють якість води, склад донних відкладів і перебіг біологічних процесів у водному середовищі [1, 4, 6, 7, 15, 17, 20].

Забруднення природних вод – це процес зміни складу і властивостей природних вод унаслідок діяльності людини, який призводить до погіршення якості води для водокористування. Отже, з'ясуємо, від чого залежить формування хімічного складу природних вод.

Формування хімічного складу природних вододжерел обумовлені в основному двома групами чинників.

Прямі чинники, що безпосередньо впливають на воду (тобто дія речовин, які можуть збагатити воду розчиненими сполуками або, навпаки, видаляти їх із води):

- ✓ склад гірських порід,
- ✓ живі організми,
- ✓ господарська діяльність людини;

Непрямі чинники, що визначають умови, в яких протікає взаємодія речовин з водою:

- ✓ клімат,
- ✓ рельєф,
- ✓ гідрологічний режим,
- ✓ рослинність,
- ✓ гідрогеологічні і гідродинамічні умови і ін.

Рівнинний рельєф Полісся та легкі за гранулометричним складом ґрунти є основними чинниками, які сприяють швидкій горизонтальній міграції будь-яких розчинених у воді сполук. Тому ці речовини, у т.ч. забруднюючі компоненти, легко потрапляють у сільські криниці. Деякі з них неглибокі та огорожені дерев'яними брусами, інші – кам'яні, і лише сучасні новозбудовані мають бетонні стінки (рис. 1.2). У добре ізольовані від поверхневих латеральних потоків дощової води криниці можуть залишатися чистими від забруднень нітратами, фосфатами тощо.

А)



Б)



В)



Рис. 1.2. Способи облаштування поліських сільських криниць – А - деревом, Б - каменем і В - бетоном.

Розглянемо найбільш характерні забруднювачі для території Шацького Поозер'я: азотовмісні компоненти (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-), сполуки фосфору, СПАР (синтетичні поверхнево-активні речовини), важкі метали та ін., які є індикаторами забруднення водного середовища..

1.2.1. Сполуки азоту та процеси їх утворення й локалізації

Азотовмісні речовини (йони амонію, нітритні та нітратні йони) утворюються у воді внаслідок розкладання білкових сполук, що потрапляють в неї майже завжди зі стічними побутовими водами. Білкові речовини під дією мікроорганізмів зазнають розпаду, кінцевий продукт якого аміак. Наявність останнього свідчить про забруднення води стічними водами. Якщо поява у воді

азотовмісних сполук відбувається внаслідок гниття білкових речовин, то такі води непридатні для пиття.

У поверхневих водах містяться, головним чином, нітрати (кількість їх невелика 0,001-0,003 мг/дм³).

В артезіанських водах вміст нітритів може досягати десятих часток міліграма в літрі.

За наявності тих чи інших азотовмісних сполук судять про час забруднення води стоками. Так, наявність у воді йонів амонію і відсутність нітритів вказує на нещодавнє забруднення води. Одночасна присутність їх свідчить про те, що з моменту первинного забруднення пройшов вже якийсь проміжок часу. Відсутність іонів амонію при наявності нітритів, і особливо нітратів, говорить про те, що забруднення сталося вже давно і вода за цей час самоочистилася.

Підвищений вміст нітрату (більше як 50 мг/дм³) у воді, що постійно використовується для пиття, призводить до порушення окиснювальної функції крові.

Амоній. Амоній – іон (NH_4^+) в природних водах накопичується при розчиненні у воді газу амоніаку (NH_3), що утворюється при біохімічному розпаді нітрогенвмісних органічних сполук. Іноді у воді присутні йони амонію неорганічного походження, що утворюються внаслідок відновлення нітрату і нітритів гумусовими речовинами, сірководнем, Fe^{2+} і т. п.

Наявність у воді іонів, що утворилися таким шляхом, не є небезпечним в санітарному відношенні.

Власне аміак (неіонізований амоній, NH_3) є вельми реакційно-здатною речовиною і дуже сильною клітинною і тканинною отрутою. Вільний амоніак взаємодіє з клітинними білками, викликаючи їх денатурацію і, відповідно, втрату функціональної здатності.. Зв'язуючи при надмірному утворенні

(глюконеогенезі) деякі кислоти-субстрати циклу Кребса, він блокує роботу останнього, у результаті порушується клітинне і тканинне дихання.

Розчинений аміак надходить у водоймище з поверхневим і підземним стоком, атмосферними опадами, а також із стічними водами.

Наявність іона амонію в концентраціях, що перевищують фонові значення, вказує на свіже забруднення і близькість джерела забруднення (комунальні очисні споруди, відстійники промислових відходів, тваринницькі ферми, скупчення гною, азотних добрив і ін.).

Аміак (NH_3) здатний активно взаємодіяти з водою:



Внаслідок у воді він міститься в двох формах:

- ✓ іонізований амонійний азот (іон амонію, NH_4^+)
- ✓ неіонізований амонійний азот (власне амоніак, NH_3).

Сумарну, загальну кількість ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$), називають загальним амонійним азотом.

Амоній, іонізований амонійний азот, є малотоксичною речовиною, тоді як амоніак, неіонізований амонійний азот, – гостра токсична сполука вже в концентрації 0,02-0,05 мг/л.

Існує пряма залежність від величини показника рН частки неіонізованого амонію у загальному амонійному азоті: із збільшенням рН на одну одиницю вона зростає в 10 разів і, навпаки, із зменшенням рН на 1 одиницю – зменшується в 10 разів. Внаслідок цього, при однаковій кількості загального амонійного азоту, в кислих водах вміст небезпечного неіонізованого амонію значно менший, ніж у лужних. При нейтральних значеннях показника рН води ($\text{pH}=7\pm0,5$), амонійний азот знаходиться переважно в іонізованій формі, тобто у формі малотоксичних іонів амонію, NH_4^+ . Окрім рН, токсичність амонійного

азоту залежить від його концентрації, тривалості експозиції і її повторності, насичення води киснем і ін.

Джерелом амонійного азоту у воді є бактерії амоніфікуючої ланки циклу азоту й інші живі істоти. Утворюється амоній переважно в результаті внутрішньоклітинних перетворень амінокислот (процеси дезамінування і переамінування).

Тому, особливу цікавість для формування якості води становить цикл азоту, оскільки в колообігу цього основного біогенного елемента утворюються отруйні речовини: амоніак NH_3 , нітрит-іон NO_2^- .

Великий біогеохімічний цикл азоту складається з наступних ланок:

- ✓ фіксація молекулярного азоту;
- ✓ амоніфікація мертвої органічної речовини;
- ✓ нітрифікація;
- ✓ денітрифікування.

Найбільш значущими процесами є амоніфікація і нітрифікація, в яких утворюються і утилізуються високотоксичні амоніак і нітрит.

Амоніфікація. Розчинені у воді органічні речовини служать живильним субстратом для дуже великої групи організмів-гетеротрофів, переважно бактерій і грибів. Гетеротрофна форма життя базується на метаболізмі живими істотами готових органічних сполук, раніше синтезованих іншими живими організмами. Засвоєні ними органічні речовини використовуються двома напрямками: шляхом росту і розвитку (пластичний обмін, асиміляція) і для отримання енергії (енергетичний обмін). В останньому випадку, наприклад у амінокислот, відщеплюється аміногрупа у формі аміаку NH_3 (дезамінування), а органічна кислота, що утворилася, стає джерелом енергії. В результаті утворюється АТФ і виділяються: NH_3 , CO_2 і H_2O .

Здатність до дезамінування має будь-яка жива клітина, тому група мікроорганізмів-амоніфікаторів вельми численна. Ці мікроорганізми

використовують для своїх потреб не тільки білки, але і широкий круг органічних речовин, забезпечуючи їх мінералізацію, завдяки чому відіграють дуже важливу роль в підтримці біологічної рівноваги у водному середовищі.

Органічні речовини завжди присутні у воді і ґрунті. Всеїдність амоніфікуючих гетеротрофів при великій кількості живильного субстрату у воді приводить до їх активного розмноження в товщі води, що зовні виражається в її помутнінні. Такі планктонні амоніфікатори вимагають для свого розвитку набагато більших концентрацій органічних речовин, ніж прикріплені форми.

У процесі розкладання органічних речовин чисельність планктонних форм знижується і їх функції виконують іммобілізовані форми (компоненти перифітона). З одного боку, це супроводжується проясненням води, з іншої - появою у воді кількостей амонійного азоту, що аналітично виявляються.

У разі порушення біологічної рівноваги водного середовища, коли кількість розчинених органічних речовин перевищує потреби в них популяції перифітонних амоніфікаторів, відбувається інтенсивний розвиток планктонної мікрофлори помутніння води) і появи в ній небезпечних кількостей амонійного азоту.

Із зміною планктонних гетеротрофів-амоніфікаторів перифітонними і накопиченням амонійного азоту пов'язана поява представників наступної ланки азотного циклу – нітрифікаторів.

У природній воді іони амонію нестійкі і при окисленні киснем повітря під дією бактерій поступово перетворюються в нітритні та нітратні іони.

Нітрифікація. Бактерій-нітрифікаторів можна назвати одними з найдивовижніших живих істот на Землі. Для життя їм необхідні тільки мінеральні речовини. Такі форми життя називають хемоавтотрофними, вони зустрічаються лише у деяких бактерій, в т.ч. нітрифікаторів. Для пластичного обміну (зростання і розвитку) вони використовують воду, вуглекислий газ і

амоній. Енергію і відновники для пластичного обміну вони здобувають тільки в результаті кисневого окиснення аміаку і нітриту. Енергетичний вииграш цих реакцій невеликий, тому для росту і розвитку бактерії-нітрифікатори вимушені засвоювати величезну кількість амонійного і нітритного азоту.

Нітрит-йон. Джерелом нітритного азоту (нітрит-йона, NO_2^-) у воді, на відміну від азоту амонійного, є тільки бактерії, переважно нітрифікатори. Нітриту не є отрутою контактної дії, тому для проявлення токсичних властивостей, вони повинні потрапити із зовнішнього середовища - води, у внутрішнє середовище організму – кров. Зробити цей перехід шляхом дифузії неможливо (наприклад в організм риб), оскільки біологічні мембрани не проникні для іонів мінеральних речовин.

Не становлять винятку іони Na^+ і хлору Cl^- , які поглинаються з води в кров хлоридними клітинами зябрового епітелію прісноводних риб в процесах осморегуляції тільки активно, тобто з витратою АТФ, проти градієнта концентрації. Є підстави вважати, що іонні насоси, що переміщують через мембрану Cl^- , помиляються у присутності нітриту і замість хлорид-іонів переміщують нітрит. Для морських риб, у яких Na^+ і Cl^- -помпи працюють в протилежному напрямі (тобто відкачують їх з організму в середовище), гостре нітритне отруєння невідоме.

Нітрит відноситься до отрут-метгемоглобінутворювальників, тобто які окиснюють залізо гемоглобіну, перетворюючи його на метгемоглобін, позбавлений здатності переносити кисень

Нітрати (NO_3^-) - солі нітратної кислоти, багато з яких під назвою “селітри” широко використовуються як мінеральні добрива в сільському господарстві, а також у промисловості. Крім того, нітрати є природним продуктом колообігу Нітрогену в біосфері та головною формою неорганічного азоту в ґрунті.

Утворення нітратів і нітритів у воді може бути не тільки результатом описаних вище процесів. Нітрат, наприклад, утворюється при розчиненні

нітратних солей ґрунтовими водами. Відновлюючись, нітрат служить джерелом збагачення води нітритами.

На жаль, в результаті нераціональної і необдуманної діяльності людини виникло порушення екологічного балансу в колообізі сполук Нітрогену в біосфері, яке спричинило накопичення нітратів в рослинних продуктах, питній воді, що, в свою чергу, призвело до різкого збільшення нітратного навантаження на організм людини.

При тривалому вживанні забрудненої нітратами води і овочів розвивається хронічна нітратна інтоксикація. У живому організмі виникає цілий ряд порушень:

- ✓ підвищується концентрація метгемоглобіну крові — більше 2%, а це спричинить кисневе голодування органів і тканин;
- ✓ можливий розвиток хронічних гастритів, гастродуоденітів, виразкової хвороби, захворювань печінки і жовчовидільних шляхів;
- ✓ дистрофічні зміни в серцевому м'язі;
- ✓ захворювання і порушення функції нирок;
- ✓ порушення зі сторони нервової і серцево-судинної систем: дратівливість, швидка втомлюваність, зниження працездатності та розумової активності тощо;
- ✓ нітрати також сприяють розвитку алергічних хвороб;
- ✓ особливо небезпечна дія нітратів в період вагітності, оскільки вони можуть спричинити загрозу переривання вагітності і бути причиною вроджених вад розвитку у немовлят.

Для живих організмів токсичними є не самі нітрати, а продукти їхнього окиснення – нітрити, що утворюються як під дією високих температур (кип'ятіння), так і безпосередньо в живому організмі під впливом мікрофлори шлунково-кишкового тракту.

До групи ризику, в першу чергу, потрапляють люди, і особливо діти, зі зниженою кислотністю шлункового соку та хворі на гастрит з пониженою кислотністю – у цих груп населення процес інтоксикації іде більш інтенсивно.

Нітрити потрапляють в кров, де утворюють метгемоглобін, неспроможний здійснювати зворотне зв'язування кисню. Більше того, нітрити

можуть утворювати високотоксичні сполуки – нітрозаміни, що належать до канцерогенів прямої дії та вражають шлунково-кишковий тракт.

З водою та овочами до організму людини надходить від 75 до 90% від загальної кількості нітратів.

Нітрати добре всмоктуються в шлунково-кишковому тракті, швидко попадають в кров і розносяться по всьому організму, саме тому при надходженні в організм людини нітратів в дозах, які перевищують допустимі, виникає клінічна картина гострого або хронічного нітратного отруєння. Безпечною для дорослої людини дозою нітратів є 150-200 мг на добу, гранично допустимою – 500 мг, токсичною може бути доза більша за 600 мг.

Вважають, що прямі токсичні концентрації нітратів для водних тварин взагалі невідомі. Оскільки, розмір нітрат-іонів, на відміну від нітриту, перевищує розмір хлорид-іонів, тому цілісні зовнішні покриви риб непроникні для нітратів.

Універсальність токсичної дії нітратів обумовлена дією вільних радикалів $\text{NO}^\cdot$. Токсична дія нітратів полягає у гіпоксії (кисневому голодуванні тканини), що розвивається внаслідок порушення транспорту кисню крові, а також у пригніченні активності ферментних систем, що беруть участь у процесах тканинного дихання. Найбільше виражений гіпоксичний стан в таких тканинах організму, де відбувається інтенсивний поділ клітин, що зумовлює ембріотоксичну, тератогенну дію нітратів (нітритів).

Нітратна інтоксикація полягає також у порушенні процесів окисного фосфорилування, що обумовлені дією самих нітратів та нітритів. Результатом цього є високий рівень метгемоглобіну в крові, розвиток ціанозу.

Нітрат-іони відновлюються в організмі людини до нітрит-іонів, які викликають захворювання метгемоглобінемії (гемоглобін взаємодіє з NO_2^- і втрачає можливість переносити кисень). Крім того, із нітритів при наявності амінів можуть утворюватися N-нітрозаміни, які наділені канцерогенною активністю (це може сприяти утворенню ракових пухлин).

Окремо слід зупинитися на N-нітрозосполуках. N-нітрозосполуки – представники великої групи канцерогенних речовин. Вся група нітрозосполук поділяється на нітрозаміни і нітрозаміди.

Залежно від природи радикала, що взаємодіє з нітритами, можуть утворюватись надзвичайно різноманітні нітрозаміни (з них канцерогенною активністю володіють більше 100 сполук). Найбільш часто зустрічаються нітрозодиметиламін та нітрозодиетиламін.

Процес нітразування інтенсивніше протікає в кислому середовищі та в живому організмі.

Збільшення навантаження органічних забруднень на ґрунт, призводить до забруднення навколишнього середовища. Крім того, як вище вже згадувалось, із нітритів у присутності амінів можуть утворюватись N-нітрозаміни.

Гігієнічна регламентація допустимих концентрацій нітратів здійснюється з урахуванням кліматичних, географічних та екологічних чинників. При обґрунтуванні гігієнічних регламентацій за О. І. Циганенко (1985) слід враховувати такі чинники:

- ✓ допустиму добову дозу нітратів;
- ✓ середньодушове добове споживання продуктів;
- ✓ фоновий рівень нітратів у продуктах харчування.

Фактичне середньодобове навантаження нітратів на організм дорослого в Україні упродовж 1998-2000 рр. становило близько 45 мг/добу, тобто 40 % від допустимої норми (110 мг/доба). Для дітей віком від 3 до 7 років ці величини дорівнюють 29-34 мг/доба, що становить 23-28 % від норми. Але якщо розрахувати добове навантаження нітратами на 1 кг маси тіла дорослого і дитини, тобто їх добову дозу (токсикологи для оцінки небезпечності речовин оперують саме цим поняттям), то цифри дещо зміняться.

Так, якщо для дорослої людини масою 60 кг фактична добова доза дорівнює 0,76 мг/кг маси тіла, то для дітей віком від 1 до 4 років вона

становитиме 2,0 – 3,0 мг/кг маси тіла, а для 4-6-ти річних дітей – 1,3-1,9 мг/кг їхньої маси тіла. Ці цифри вже є більшими за допустиму межу, що дорівнює 1,7 мг/кг маси тіла на добу.

Можна дійти висновку, що доросла людина одержує нітратів разом з харчовими продуктами менше за ту кількість, яка може позначитися на її здоров'ї, але значніше страждають діти.

Отже:

- ✓ якщо у питній воді вміст нітратів перевищує допустиму норму (45 мг/л), її не можна використовувати для пиття та приготування їжі, особливо це стосується дітей та вагітних жінок!

- ✓ кип'ятіння забрудненої нітратами води не зменшує, а збільшує її токсичність на 39-86%;

- ✓ забруднена нітратами вода навіть в смертельних дозах - чиста, прозора, без запаху і видимих домішок, звичайна за смаком.

- ✓ ніколи не можна розбавляти дитячу суміш колодязною водою, якщо не відомий вміст у ній нітратів;

- ✓ забруднену нітратами воду можна використовувати для технічних цілей: миття посуду, прання білизни, прибирання в приміщеннях тощо;

- ✓ при розбавленні забрудненої нітратами води чистою водою до допустимої концентрації можливе її використання в харчових цілях;

1.2.2. Забруднення вод сполуками фосфору

Ступінь евтрофування водойм в умовах антропогенного впливу визначається головню рівнем надходження у водойму біогенних речовин, у тому числі фосфору. Сполуки фосфору потрапляють у природні води внаслідок процесів життєдіяльності і посмертного розпаду водних організмів, вивітрювання і розчинення порід, що містять ортофосфати, обміну з придонними відкладами, поступання з поверхні водозбору, а також з побутовими і промисловими стічними водами. Забрудненню природних вод

фосфором сприяє внесення фосфорних добрив, поліфосфатів, що містяться у миючих засобах, флотореагентах тощо [7, 15, 16].

У лужному середовищі фосфат-іони легко сполучаються з калієм і кальцієм й також утворюють нерозчинні сполуки, а в кислому середовищі фосфати перетворюються в добре розчинну фосфорну кислоту. Висока кислотність ґрунту спричиняє зменшення доступності фосфору через те, що алюміній, залізо і марганець утворюють хімічні комплекси, які зв'язують фосфор і вилучають його з активного біогеохімічного обміну. Саме такий процес є характерним для торф'яних боліт, що спричиняє їх низьку продуктивність.

Близько 70% поверхневих вод України і значна частка запасів підземних, втратили своє значення як джерела питного водопостачання і не відповідають встановленим нормативам якості питної води. Майже всі водні об'єкти відносяться до забруднених та дуже забруднених.

Найбільшим фактором впливу на поширення забруднення водойм є якість зворотних вод, які скидаються водокористувачами. Впродовж останніх років збільшуються середньорічні показники вмісту у воді біогенних речовин, в тому числі фосфатів.

Світовий досвід показує, що очисні споруди не вирішують проблеми захисту водойм від забруднення фосфатами. А враховуючи те, що більшість каналізаційних мереж та споруд в Україні не працюють належним чином, фосфати не затримуючись попадають у відкриті водойми і повертаються до нас з питною водою. Цвітіння водоймищ літом та мертва риба – самі “безневинні” результати боротьби за чистоту, які ми спостерігаємо кожного року в Україні.

Оцінка вмісту фосфору у природних вододжерелах має велике значення для визначення існуючої та потенційної продуктивності водойм. Зростання біопродуктивності водойм через надходження Фосфору веде до їх евтрофікації та різкого погіршення якості води.

1.2.3. Важкі метали й інші забруднювачі у довкіллі й води

Особливо гострою екологічною проблемою на сучасному етапі є збільшення вмісту важких металів у воді та рибі, оскільки ці речовини практично не виводяться з організму. Рослинами легко засвоюються метали, які знаходяться у доступних формах. Сумарна частка рухомих і потенційно рухомих форм важких металів у досліджуваних пробах змінюється від 0,95-3,4 (цирконій, титан) до 50,63-55,29% (мідь, кобальт), найчастіше вона коливається в межах 20-40%. Якщо ж говорити про найдоступніші форми (водорозчинний і легкообмінний комплекс), то відповідна частка становить для більшості елементів менше 5%.

До важких металів зараховують кадмій, свинець, цинк, срібло, мідь, марганець, хром, кобальт, нікель та ін.

У природних водах важкі метали зустрічаються у вигляді завислих речовин, колоїдів (гідроксиди металів), у формі комплексів, утворених з гуміновими та іншими органічними кислотами. Ці сполуки активно впливають на зміну активності процесів обміну речовин у живих організмах. Саме через це вміст важких металів у воді нормується, адже збільшення їх концентрацій може викликати порушення біологічних процесів у живих організмах і призвести до їх захворювань, часто хронічних, а то й до загибелі [6].

Найбільш забрудненим важкими металами із озер Шацької групи є озеро Чорне. Головною причиною цього є викиди в нього стічних господарсько-побутових вод.

Озера Чорне і Кримно, в зв'язку з підвищенням у воді рівня забруднення важкими металами, не можуть використовуватися для риборозведення [23].

У 2018 році введені в дію нові потужності, що розширюють можливості каналізаційних очисних споруд до 400 м. куб./добу в смт. Шацьк.

У кризовій ситуації, в якій опинилася в даний час гідросфера Шацького НПП, особливо прісні води, необхідно забезпечити не тільки констатацію рівня токсичного забруднення, а й знешкодження джерел забруднення: обмеження або повне припинення викидів, накладання економічних санкцій на винних у небезпечному забрудненні та ін. В умовах інтенсивного забруднення вод і озер необхідний також прогноз або оцінка тенденцій процесу, що триває в контрольованих екосистемах Шацького поозер'я.

У водні об'єкти також потрапляють синтетичні поверхнево активні речовини (СПАР) і в значних кількостях з господарсько-побутовими стоками. Використання синтетичних миючих засобів в побуті зростає. Промислові стічні води (текстильна, нафтова, хімічна промисловість, виробництво синтетичних каучуків), а також стоки з сільськогосподарських угідь містять їх у великій кількості. Потрапляючи у водоймища і водотоки, СПАР роблять значний вплив на їх фізико-біологічний стан, погіршуючи кисневий режим і органолептичні властивості, і зберігаються там довгий час, оскільки розкладаються дуже поволі. Негативним, з гігієнічної точки зору, властивістю СПАР є їх висока піноутворююча здатність.

Звичайно до СПАР належать органічні речовини, які виявляють особливо добре виражену здатність до адсорбції з будь-якого середовища (найчастіше з водних розчинів) на межі рідина-повітря (пара).

У поверхневих водах СПАР перебувають у розчиненому і сорбованому станах, а також у поверхневій плівці води водного об'єкта. У слабо забруднених поверхневих водах концентрації СПАР коливаються в межах тисячних і сотих, а часто цілих міліграм на кубічний дециметр. У зонах забруднення вони підвищуються до десятих часток міліграм на кубічний дециметр, поблизу джерела забруднення - кілька міліграм на кубічний дециметр.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ

2.1. Методологія оцінки екологічної якості води та її вдосконалення

Для оцінки водних об'єктів їх класифікують за різними ознаками, характеристиками, категоріями, які відображають їхні природні особливості, що враховуються при його комплексному використанні і охороні і характеризуються якісними (порівняльними) і кількісними показниками.

На цей час розроблена велика кількість методів оцінки якості води. Принципи оцінки, покладені в основу методів, також різні. Ряд запропонованих методів створений з метою обліку тимчасового і просторового розповсюдження забрудненості.

Деякі методи розраховані на певну якість води окремих зразків [1, 4, 6, 7, 10, 15]. Якість вод різних водних об'єктів оцінюється за подібними параметрами і, залежно від цільового призначення, відрізняється нормативними вимогами і гранично допустимою концентрацією (ГДК) цих параметрів.

Практично у всіх країнах, є нормативні документи і методичні рекомендації для оцінки господарської якості води: для питного водокористування, рибогосподарських цілей, зрошування [17, 24, 25]. Оцінка якості води, при цьому, проводиться за встановленими параметрами: хімічними, гідробіологічними і мікробіологічними показникам.

Проте, нормативних документів щодо оцінки екологічної, а не санітарно-гігієнічної, якості води немає. Під екологічною оцінкою розуміють визначення кількісно-якісного стану середовища функціонування життя або ступеня дії на біоту будь-яких чинників [1]. Важливо, чи фактори середовища, які б вони не були параметрично різні, підтримують систему в рівновазі, чи не підтримують.

Слід зазначити, що до 70-х років регламентація надходження забруднювальних речовин хімічної природи здійснювалася за допомогою двох систем ГДК: санітарно-гігієнічних і рибогосподарських. В середині 70-х років була зроблена спроба об'єднати ці дві системи ГДК. Саме у цей період виникла ідея так званих екологічних ГДК, тобто “нормування сторонніх речовин з метою забезпечення екологічного благополуччя водоймища”. По суті мова йде про “екологічне” нормування забруднювальних речовин або про “екологічну” нейтральну чи прийнятну концентрацію забруднювальних речовин [15].

Тому, при розробці екологічних ГДК провідного значення набуває уявлення про фізіологічну норму і фізико-біохімічні індикатори стану гідробіонтів, про порогові і критичні рівні того або іншого чинника.

Одну з перших оцінок якості поверхневих вод, побудовану на екосистемному принципі запропонував В. Н. Жукинський [10]. Згодом, була розроблена класифікація якості поверхневих вод суші на екологічному принципі. Це означає, що показники складу і властивостей води, що визначають її природні якості, розглядаються як індикатори структурно-функціонального стану екосистем.

Більшість цих показників характеризують не тільки якість води, але одночасно і трофність водних екосистем. Проте слід зазначити, що, не дивлячись на позитивні сторони цієї класифікації, вона громіздка, включає велику кількість гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних і бактеріологічних показників, для визначення яких необхідно проводити спеціальні комплексні дослідження.

Відома оцінка екологічного стану водних об'єктів індикаторним методом. Як індикатор використовується перифітон [20]. Недоліком цього методу оцінки є обмеженість репрезентативних параметрів, які характеризували б як біотичні, так і абіотичні чинники середовища гідроекосистем.

2.2. Критерії хіміко-аналітичної оцінки якості питної води

Критерії оцінки якості питної води описують вимоги, які пред'являються до якості природних водних об'єктів, з яких здійснюється забір води для питного водопостачання

Критерії якості сирової води звичайно відповідають таким критеріям для питної води, які забезпечують безпечне споживання цієї води людиною протягом всього життя. Ці критерії встановлюють мікробіологічні та біологічні вимоги до води, регламентують неорганічні й органічні речовини, що має велике значення для здоров'я людини. Наприклад, питна вода не повинна містити ніяких хвороботворних мікроорганізмів, у ній не повинно бути бактерій, що свідчили б про забруднення екскрементами (фекальні шлункові палички та організми кишківникової групи). Вони також не повинні вміщувати ніяких хвороботворних найпростіших організмів, що потрапляють у воду із організму через фекалії людини чи тварин.

Для визначення критеріїв для питної води за неорганічними і органічними речовинами, від яких залежить здоров'я людини, проводяться токсикологічні лабораторні дослідження на тваринах. Це дає змогу прогнозувати токсичну дію досліджуваних речовин на організм людини.

Значною проблемою є екстраполяція токсикологічних даних, отриманих шляхом дослідження тварин, на людину, тому що в цих дослідженнях використовуються відносно високі дози речовин, а їх концентрація у воді може бути набагато нижчою.

Існує також невизначеність щодо оцінки статей надходження тієї чи іншої речовини з різних джерел (повітря, вода, продукти) в людський організм.

Деякі міжнародні організації розробили критерії для питної води, у тому числі “Директивні принципи якості питної води” Всесвітньої організації охорони здоров'я та “Директива Ради ЄС” (80/778 ЄЕС), що стосуються питної

води. У них визначено близько 60 параметрів якості. Ці документи використовуються в необхідних випадках країнами ЄС при виробленні обов'язкових пріоритетних стандартів якості питної води [1].

Критерії якості сирової води, що застосовується для забезпечення питною водою населення, відрізняються між собою залежно від потенційних можливостей різних методів обробки сирової води (проста фізична обробка, дезінфекція, хімічна обробка і дезінфекція, інтенсивна фізико-хімічна обробка) з метою зменшення концентрацій забруднювачів води до рівня, який передбачають критерії для цього виду водокористування.

При перегляді існуючих критеріїв багато країн намагаються забезпечити таку якість сирової води, щоб доводити її до вимог стандартів із найменшими затратами, тобто лише з використанням процесів покращення води, близьких до природних (фільтрація через ґрунт, повільна обробка на піщаному фільтрі) та дезінфекція.

У результаті розширення знань про органічні забруднювачі, які вважаються небезпечними навіть при низьких концентраціях, деякі країни скоротили розрив між критеріями для питної води і критеріями для сирової води.

Відповідно до категорії водокористування встановлюються гігієнічні вимоги і нормативи складу і властивостей води водних об'єктів, які повинні бути забезпечені в них при їх використанні для питного водопостачання [1].

У нашій роботі виконано дослідження екологічної якості води індивідуальних вододжерел (криниць) за такими критеріями як вміст нітратів, рН і електропровідність.

2.3. Мета, об'єкти і методика дослідження

Мета досліджень у нашій роботі – встановити рівень вмісту нітратів у питній воді присадибних вододжерел (криниць) у рекреаційній зоні Шацького НПП та рекомендувати способи уникнення їх забруднення.

Для цього було передбачено виконання таких завдань:

- ✓ здійснити аналіз літературних джерел з питань чинників формування екологічної якості води, критеріїв її оцінки;
- ✓ вивчити методи визначення вмісту нітратів, нітрифікаційної здатності і електропровідності води;
- ✓ дослідити вміст нітратів, рН і електропровідності води у криницях прилеглих до озера Пісочне сіл Мельники та Затишся;
- ✓ дослідити фізико-хімічних властивості (вміст гумусу і нітратів, рН) ґрунту біля забруднених нітратами водо джерел та оцінити вплив ймовірного джерела забруднення на фізико-хімічний стан ґрунту і вміст нітратів в ньому.

Експериментальні дослідження виконані у Шацькому р-ні Волинської обл. на території с. Мельники і с. Затишся. Географічні координати с. Мельники $51^{\circ} 32' 59''$ N, $23^{\circ} 56' 6''$ E і с. Затишся $51^{\circ} 34' 50''$ N, $23^{\circ} 51' 27''$ E (рис. 2.1).

Для дослідження гідрохімічних показників у літній період (липень) відбирали зразки води у поліетиленовий посуд місткістю 500 мл, в якому безпосередньо вимірювали за допомогою портативних приладів рН (рН-150), вміст нітратів (йонімір ЭЦ-01) і електропровідність (кондуктометр ELWRO-5981). У лабораторних умовах для вимірювання вмісту нітратів застосовували йонімір ЭВ-74.

Воду із криниці обережно зачерпували (без збовтування) відром, яке, в уникненні забруднень зразка, уживалося тільки для цих цілей. Досліджувані показники визначати по можливості швидко, в тільки що відібраному зразку,

щоб уникнути порушення рівноваги іонів, втрати розчинених газів, розкладання органічних речовин, що викликаються діяльністю мікроорганізмів.

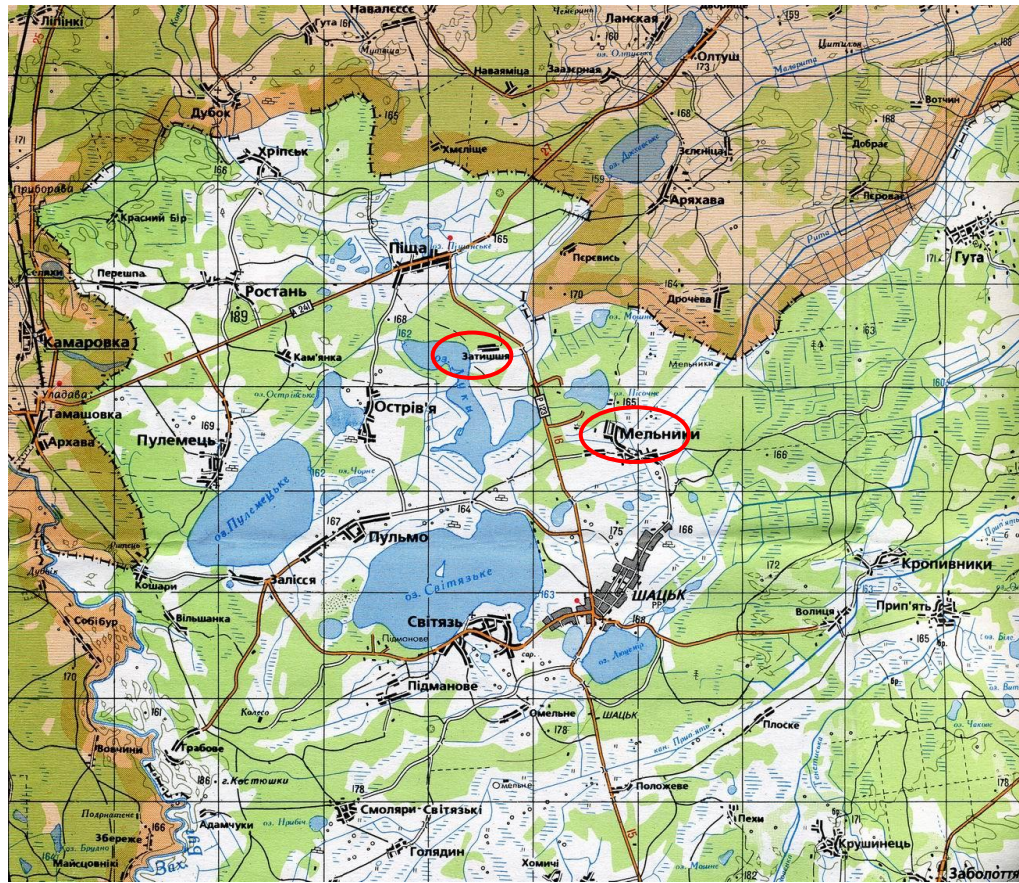


Рис. 2.1. - Розташування дослідних об'єктів для відбору проб води.

У тому випадку, коли негайний аналіз зразка був неможливий, зразки були піддані попередній обробці і законсервовані.

Попередня обробка зразка полягала у фільтрації його через щільний паперовий фільтр для усунення суспензій.

Для стабілізації протягом 1-3-ох діб компонентів води, що легко руйнуються і швидко розкладаються, застосовували 2-4 мл хлороформу на 1 літр води, охолодження при 4°C .

Для дослідження фізико-хімічних показників ґрунту зразки відбирали за допомогою бура до глибини 160 см через кожні 20 см. У ґрунті визначали рН і вміст нітратів.

Уміст нітратів у воді і ґрунті визначали за допомогою мембранних іонселективних електродів типу ЭМ-NO₃.

Суть методу. Нітратний йонселективний електрод характеризується лінійною залежністю у діапазоні $0,5 < \text{pNO}_3 < 4$ з похилом 54-56 мВ на одиницю pNO_3 .

Йонселективний електрод готували до роботи згідно інструкції – заповнювали 1,5 мл розчину $1 \cdot 10^{-1} \text{М KNO}_3 + 1 \cdot 10^{-1} \text{М KCl}$. Електрод витримували добу в розчині $1 \cdot 10^{-1} \text{М KNO}_3$ і $5 \cdot 10^{-3} \text{М KCl}$. В інтервалах між дослідженнями електрод зберігали у розчині $1 \cdot 10^{-3} \text{М KNO}_3$.

Електрод порівняння готували до роботи згідно з інструкцією, причому він повинен бути на 2/3 занурений у насичений розчин KCl, в якому його витримали 2-і доби. Цей електрод в інтервалах між роботою зберігали у дистильованій воді. Під час роботи відкривали корок, який є в електроді, для запобігання витікання електроліту.

Калібрування приладу. Налаштування йономіра ЭВ-74 у режимі рХ (pNO_3) проводили, використовуючи розчин концентрацій $1 \cdot 10^{-1}$ і $1 \cdot 10^{-4} \text{М KNO}_3$. Перимикач термокомпенсації приладу повинен бути у положенні «Ручн», а ручки «Температура раствора» і «рХ» - переведені у крайнє ліве положення.

Електроди вставляли у вимірювальну склянку, в якій містився $1 \cdot 10^{-4} \text{М}$ розчин KNO_3 . Клавішу «t» відключаємо, натискаючи клавішу «рХ» і ручкою «Калібровка» встановлюємо стрілку приладу на позначку «4» по середній шкалі. Електроди споліскуємо дистильованою водою і занурюємо їх в розчин з концентрацією $1 \cdot 10^{-2} \text{М KNO}_3$. Стрілку приладу ручкою «Крутизна» встановлюємо на позначку «2». Якщо діапазон регулювання ручкою «Крутизна» не вистачає, то використовуємо ручку «Температура раствора».

Продовжуємо налаштовувати прилад, використовуючи розчини з концентраціями $1 \cdot 10^{-4}$ М і $1 \cdot 10^{-2}$ М KNO_3 . Остаточну перевірку налаштування приладу проводимо за допомогою розчину $1 \cdot 10^{-3}$ М KNO_3 (pNO_3).

Перерахунок показника pNO_3 у вміст NO_3 або N-NO_3 здійснювали за допомогою спеціальних таблиць.

Хід аналізу. 20г ґрунту переносять у колбу, приливають 50 мл 1%-го розчину алюмокалієвого галуноу і збовтують 3-5хв. У фільтраті або суспензії визначають кількість нітратів шляхом вимірювання pNO_3 . Для цього у мірний стакан переносять досліджуваний зразок, опускають електроди і записують покази в pNO_3 .

Вміст нітратів у ґрунті, в мг/кг, знаходять за величиною pNO_3 (за допомогою спеціальних таблиць) або за формулою:

$$\text{N} - \text{NO}_3 = \text{ant log } (4,54 - \text{pNO}_3).$$

Визначення ступеня кислотності води і ґрунту. Кислотність води і ґрунту (водна суспензія 1 : 2) визначали потенціометричним методом на рН-150 за допомогою вимірювального електрода ЭСЛ 15-11 і електрода порівняння ЭВЛ 1М4.

Електропровідність води визначали за допомогою кондуктометра ELWRO-5981 або в стаціонарних умовах ОК 102/1 “Radelkis”.

Результати досліджень оформляли графічно за допомогою пакету програм Microsoft Office Excel 2003 і Statistica.

РОЗДІЛ 3. ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ НІТРАТАМИ КРИНИЧНИХ ВОД РЕКРЕАЦІЙНОЇ ЗОНИ ОЗЕРА ПІСОЧНЕ ШАЦЬКОГО НПП

3.1. Дослідження динаміки забруднення нітратами питної води у криницях рекреаційної зони

Упродовж 2021 року Санепідстанцією та екологічною інспекцією Волинської області (Матеріали, 2021) із проведених лабораторних досліджень 359 проб води відкритих водойм на санітарно-хімічні показники встановлена невідповідність санітарно-гігієнічним вимогам в 18 пробах, або 5% (в 2010 році цей показник становив 3%). Перевищення нормативних показників встановлені по завислих речовинах, БПК, запаху. Перевищення концентрацій пестицидів, солей важких металів, СПАР не встановлено.

За даними обласної СЕС, згідно результатів лабораторних досліджень відсоток невідповідності ДГСТу за санітарно-хімічними показниками водопровідної води становить 12% в порівнянні з 10,7% у 2020 році. Відхилення санітарно-хімічних показників пов'язані з підвищеною концентрацією заліза та обумовленою каламутністю і кольоровістю.

Відбір проб води виконаний в рамках моніторингових досліджень Лабораторії лімнології і географії ґрунту Шацького біолого-географічного стаціонару у двох прилеглих до озера Пісочне селах – с. Мельники та с. Затишся.

Результати наших досліджень за 2019-2021 рр. вмісту нітратів у воді криниць і водойми (ставка) у с. Мельники показують, що вміст нітратів коливається в доволі широких межах: від 9,7 до 290,8 мг/кг.

Найменша кількість нітратів була виявлена у воді ставка, розташованого у центрі села.

У зв'язку з цим важливо зауважити, що у процесі трьохрічних спостережень найбільше забрудненими нітратами були саме криничні води села Мельники.

Якщо порівняти вміст нітратів у досліджуваній криничній воді з ГДК (45,0 мг/л), то допустимій концентрації нітратів відповідала вода десятих із досліджуваних 30 криниць (табл. 3.1). Тобто, у 34% вододжерел забрудненість нітратами не перевищувала допустимого рівня. Перевищення вмісту нітратів від 1-1,5 ГДК встановлено у воді п'яти криниць (17%). В інших криницях забрудненість води нітратами була настільки великою, що у двічі й більше разів перевищувала ГДК.

Таблиця 3.1 - Забрудненість нітратами води криниць с. Мельники Шацького р-ну (2022 р.)

ГДК	Коливання вмісту нітратів, мг/л	Кількість криниць	Частка, %
1,0	до 45	10	34
1,0-1,5	46-68	5	17
1,5-2,0	69-90	2	7
2,0-2,5	90-112	1	3
2,5-3,0	113-135	3	10
3,0-3,5	136-157	5	17
3,5-4,0	158-180	1	3
4,0-4,5	181-202	1	3
4,5-5,0	203-285	1	3
>5,0	> 285	1	3

Одночасно з дослідженнями криничної води у с. Мельники, були виконані такі ж дослідження у с. Затишшя Шацького району (табл. 3.2). Вибір цього села зумовлений тим, що воно віддалене від рекреаційних впливів, зокрема тут практично відсутні рекреаційні об'єкти, як у с. Мельники, проте сильніше агровиробниче навантаження (кількість худоби, свиней тощо).

Як видно з наведених даних, вміст нітратів у воді криниць коливається від 18 до 178 мг/л. Порівняння стану нітратної забрудненості води в таблиці 3.2 показало, що у 23% криниць вода відповідає санітарним вимогам до питної води та не перевищує ГДК. Решта 77% криниць мають перевищення нітратів понад ГДК.

Таблиця 3.2 - Забрудненість нітратами води криниць с. Затишшя Шацького р-ну (2022 р.)

ГДК	Коливання вмісту нітратів, мг/л	Кількість криниць	Частка, %
1,0	до 45	7	23
1,0-1,5	46-68	-	-
1,5-2,0	69-90	-	-
2,0-2,5	90-112	-	-
2,5-3,0	113-135	2	7
3,0-3,5	136-157	11	37
3,5-4,0	158-180	10	33
4,0-4,5	181-202	-	-
4,5-5,0	203-285	-	-
>5,0	> 285	-	-

У більшості води криниць с. Затишшя виявлене перевищення ГДК (45 мг/л), зокрема у 2,5-3 рази – 7%, 3,0-3,5 і 3,5-4,0 рази відповідно 37 і 33%.

Якщо порівняти кількість і рівень забрудненості води криниць с. Затишшя і с. Мельники, то простежується певна різниця. У с. Затишшя видно сильне локальне агровиробниче забруднення від конкретних джерел нітратів. Окремі зони села є цілком чистими. Водночас, у с. Мельники забруднення нітратами більше розповсюджене по джерелах водозабору і має сильніші коливання. Проте, в селі Затишшя загальний ступінь забруднення нітратами є вищим.

З метою відстеження динаміки якості питної води по роках у с. Мельники в 2020 році продовжені дослідження криниць.

Цей етап досліджень передбачав також виявлення криниць із найбільш забрудненою нітратами водою з метою організації у їх господарів екологічного досліджень для виявлення причин нітратного забруднення.

Результати досліджень вмісту нітратів у воді криниць показані в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Забрудненість нітратами води криниць с. Мельники Шацького р-ну (2020 р.)

ГДК	Коливання вмісту нітратів, мг/л	Кількість криниць	Частка, %
1,0	до 45	8	27
1,0-1,5	46-68	5	16
1,5-2,0	69-90	2	7
2,0-2,5	90-112	3	10
2,5-3,0	113-135	2	7

3,0-3,5	136-157	2	7
3,5-4,0	158-180	1	3
4,0-4,5	181-202	1	3
4,5-5,0	203-285	3	10
>5,0	> 285	3	10

Як видно з даних табл. 3.3, лише вода восьми із тридцяти досліджуваних криниць с. Мельники відповідала санітарно-гігієнічним вимогам. Мале перевищення вмісту нітратів (у 1-1,5 раза) встановлено у воді п'яти криниць або 16% від загального числа досліджених.

У воді інших криниць виявлено сильне нітратне забруднення, зокрема перевищення вмісту нітратів у 2-3 рази – 17% (5 криниць), 3-4 рази – 10% (3 криниці) і 4-5 ГДК – 13% (4 криниці). Вода трьох криниць була забруднена нітратами у кількості, що у 5 разів більше від ГДК.

На території цієї садиби був закладений екологічний дослід для вивчення впливу зберігання сільськогосподарських і побутових відходів на нітратне забруднення води криниць.

У 2021 році продовжені дослідження нітратного забруднення води криниць с. Мельники Шацького р-ну. Результати цих досліджень показані в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Забрудненість нітратами води криниць с. Мельники Шацького р-ну (липень 2021 р.)

ГДК	Коливання вмісту нітратів, мг/л	Кількість криниць	Частка, %
1,0	до 45	11	37

1,0-1,5	46-68	3	10
1,5-2,0	69-90	5	16
2,0-2,5	90-112	2	7
2,5-3,0	113-135	3	10
3,0-3,5	136-157	1	3
3,5-4,0	158-180	2	7
4,0-4,5	181-202	1	3
4,5-5,0	203-285	2	7
>5,0	> 285	-	-

Як видно з результатів досліджень (табл. 3.4), зберігається виявлений нами раніше розподіл нітратного забруднення води. У 37% досліджуваних криниць вода відповідає санітарно-гігієнічним вимогам за вмістом нітратів.

Мале перевищення їх вмісту (у 1,5 раза) виявлене у воді трьох криниць (10%). У воді 63% інших криниць забруднення є потужнішим і 3-5 разів перевищує допустимий рівень.

За результатами трирічних спостережень нітратного забруднення води криниць встановлені певні річні коливання вмісту нітратів у воді. Амплітуди коливань вмісту нітратів у воді одних і тих самих криниць, відібраної у липні упродовж трьох років були значними. Вміст нітратів у воді окремих криниць коливається значно більше, ніж в інших. Так у воді колодязя №7 вміст нітратів протягом 2020-2021 рр. змінювався в межах 62-482,2 мг/л, тобто у 7,7 раза; у воді колодязя №10 – від 142,6 до 450,1 мг/л (3,2 разу) і №25 – 28,6-326 мг/л (11,3 рази).

В інших колодязях (№ 2, 3, 15, 16, 22) вміст нітратів у воді протягом досліджуваного періоду практично не змінювався.

Детальніші зміни забрудненості криничної води нітратами видно в таблиці 3.5.

За даними проведених досліджень робимо висновок, що лише третина криниць у селі Мельники, що знаходиться біля популярного озера Пісочне, відповідає санітарно-гігієнічним нормам. Дві третини обстежених криниць цього містять воду забруднену або дуже забруднену нітратами. У віддаленому від рекреаційних зон селі Затишшя ситуація не краща, адже там є сильне локальне забруднення окремих джерел, хоча є і відносно чисті від нітратів криниці.

3.2. Нітрифікаційна здатність криничної води у рекреаційній зоні

Вміст нітратів у воді криниць може бути зумовлений ендегенними причинами – утворення нітратів безпосередньо у воді у процесі нітрифікації. Також частими є екзогенні причини – надходження ззовні. Тому наступним етапом нашої роботи було встановити нітрифікаційну здатність криничної води в лабораторних умовах.

Таблиця 3.5 - Забрудненість нітратами води криниць с. Мельники Шацького р-ну (2020-2022 рр.)

ГДК	Коливання вмісту нітратів, мг/л	Кількість криниць		
		2020 р.	2021 р.	2022р.
1,0	до 45	10	8	11
1,0-1,5	46-68	5	5	3
1,5-2,0	69-90	2	2	5
2,0-2,5	90-112	1	3	2
2,5-3,0	113-135	3	2	3
3,0-3,5	136-157	5	2	1

3,5-4,0	158-180	1	1	2
4,0-4,5	181-202	1	1	1
4,5-5,0	203-285	1	3	2
>5,0	> 285	1	3	-

Для цього відібрані зразки води інкубували при температурі 15°C протягом 120-ти днів у темному приміщенні. Нітрифікаційну здатність води встановлювали як різницю між вмістом нітратів до і після інкубації.

Варто зазначити, що для процесу нітрифікації важливі кислотно-основні умови, зокрема наявність нейтрального або слабко лужного середовища. Вода криниць с. Мельники за показником рН задовольняє цю умову. За цих умов лімітуючим чинником може бути вміст амонію, як субстрату процесу нітрифікації.

Як свідчать дані аналізів, досліджувані зразки води суттєво відрізняються за нітрифікаційною здатністю. У більшості зразків збільшився вміст нітратів, особливо у зразку води, відібраної з криниць № 2, 9, 10, 11, 20.

У воді криниць № 3, 7, 26 і 28 виявлено протилежний ефект – зменшення вмісту нітратів у процесі інкубації, що вказує на можливість протікання процесу денітрифікації.

Якщо порівняти нітрифікаційну здатність води з вихідним вмістом нітратів у ній, то відсутня певна залежність. Так, у воді криниці № 2, де вміст нітратів до інкубації становив 28 мг/л, збільшився до 71 мг/л і у воді криниці №10, де вихідний вміст становив 175 мг/л, збільшився до 220 мг/л. Для вод інших криниць (№ 4, 5, 6, 8, 23, 24, 25) суттєвих змін у вміст нітратів у процесі нітрифікації не виявлено.

Отже, для об'єктивної оцінки ступеня нітратного забруднення криничної води необхідно враховувати її потенційну нітрифікаційну здатність. Зокрема, встановлений нами у 2009 р. високий рівень нітратів (450 мг/л) у воді криниці

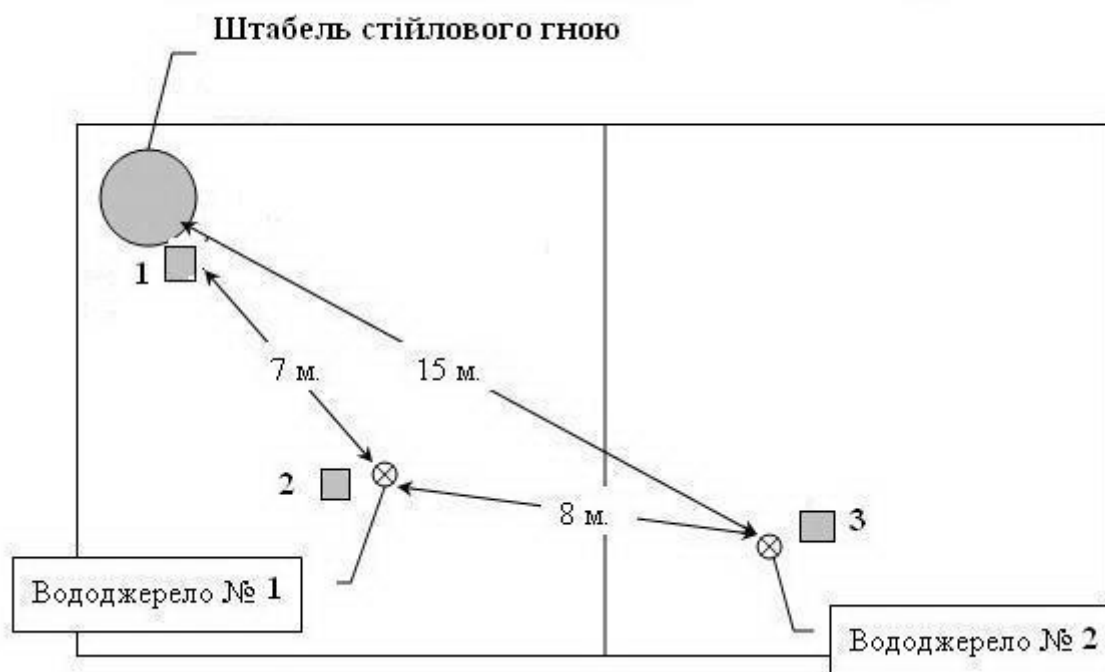
№10 міг бути зумовлений також за рахунок високої нітрифікаційної здатності води.

3.3. Вміст нітратів і фізико-хімічні показники ґрунту

На вміст нітратів у криничній воді можуть мати вплив локальні забруднення ґрунту азотними сполуками чи інші причини.

На основі результатів дослідження вмісту нітратів в індивідуальних вододжерелах с. Мельники були відібрані дві криниці з найбільшим нітратним забрудненням води (480 і 450 мг/л). У них були детальніше досліджені можливі причини забруднення води, зокрема вплив зберігання стійлового гною на міграцію нітратів у ґрунті, в якому знаходилися криниці.

Зразки ґрунту до глибини 160 см відбирали біля бурта гною, який знаходився безпосередньо на поверхні ґрунту. Були також відібрані зразки ґрунту біля вододжерела №1 (7м від бурта гною) і на сусідньому подвір'ї біля вододжерела № 2 (15м від бурта гною) (рис. 3.1).





– місце відбору зразків ґрунту.

Рис. 3.1. - Схема відбору проб ґрунту на дослідному майданчику у с. Мельники Шацького р-ну

Відібрані зразки були досліджені у Лабораторії лімнології і географії ґрунту Шацького біолого-географічного стаціонару, де були визначені вміст нітратів і ступінь кислотності. Згодом були визначені інші показники, такі як рН водне, вміст гумусу (табл. 3.6, 3.7 і 3.8).

Як видно з таблиці 3.6, у профілі ґрунту вміст нітратів коливається від 7,4 до 38,9 мг/кг. Максимальне значення цього показника характерне для ґрунту на глибині 140-160 см, а мінімальне у верхньому шарі 0-20 см. В цілому простежується коливний характер цих змін, зокрема поступове підвищення вмісту нітратів до глибини 40-60 см, далі зменшення їх вмісту у товщі 60-140 см і знову різке збільшення на глибині 140-160 см. Такі зміни свідчать про низхідну міграцію нітратів у профілі досліджуваного ґрунту з накопиченням у нижньому шарі. Такий процес може впливати на надходження нітратів у природні води в т.ч. і криничні.

Таблиця 3.6 - Фізико-хімічні показники і вміст нітратів у профілі ґрунту біля штабеля стійлового гною

Горизонти ґрунту, см	Вміст NO ₃ , мг/кг	pNO ₃	pH водне	Вміст гумусу, %
0-20	7,4	3,73	6,82	2,41
20-40	17,4	3,30	6,88	1,71

40-60	18,2	3,26	6,92	0,9
60-80	9,8	3,55	6,77	0,41
80-100	7,8	3,65	6,85	-
100-120	11	3,50	7,03	-
120-140	9,8	3,55	7,36	-
140-160	38,9	2,96	7,33	-

Оскільки на вміст нітратів у середовищі (вода, ґрунт) впливають процеси нітрифікації, які здійснюються під впливом мікроорганізмів, важливо дослідити зміни кислотно-основної рівноваги, що визначають оптимум функціонування мікробіоти. Як видно з даних табл.. актуальна кислотність у профілі ґрунту, яка характеризується рН водним, змінюється від 6,77 до 7,36, причому максимальна кислотність характерна для шару ґрунту 60-80 см, а мінімальна для ґрунту, відібраного із глибини 120-140 см. Тобто кислотно-основні умови життєдіяльності нітрифікаторів, які домінують головно у гумусовому шарі, знаходяться у слабкокислому середовищі, яке є оптимальним для їх функціонування.

Нами також встановлено силу кореляційного зв'язку між зміною вмісту нітратів у профілі ґрунту і рН водним. Коефіцієнт парної кореляції становить $r = 0,54$, що свідчить про помірний позитивний зв'язок. З іншого боку, такий характер кореляційного зв'язку свідчить про те, що вміст нітратів у ґрунті не впливає на його підкислення.

Результати досліджень ґрунту біля вододжерела №1 показані в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Фізико-хімічні показники у профілі ґрунту біля вододжерела № 1

Горизонти ґрунту, см	Вміст NO_3 , мг/кг	$p\text{NO}_3$	pH водне	Вміст гумусу, %
0-20	7,5	3,63	6,43	2,26
20-40	8,8	3,58	6,65	1,19
40-60	2,5	4,15	7,03	0,47
60-80	3,6	3,99	7,15	0,41
80-100	5,6	3,78	7,32	-
100-120	3,1	4,05	7,13	-
120-140	2,8	4,10	7,27	-
140-160	2,8	4,10	7,21	-

Як видно з таблиці 3.7, у профілі ґрунту вміст нітратів коливається в межах від 2,5 до 8,8 мг/кг. Максимальне значення цього показника характерне для горизонту ґрунту у верхньому шарі 20-40 см, а мінімальне у нижньому на глибині 120-160 см. В цілому спостерігається поступове зниження вмісту нітратів з верхнього горизонту до нижнього. Таке зниження вмісту нітратів свідчить про найбільше накопичення їх у верхньому горизонті ґрунту і не призводить до міграції нітратів у нижні горизонти.

Результати досліджень ґрунту біля вододжерела № 2 показані в таблиці 3.8. Рівень вмісту нітратів у ґрунті ще менший, ніж біля водо джерела №1. Вниз по профілю ґрунту вміст нітратів зменшується майже в двічі.

Спостереження дають підстави стверджувати, що гній, який зберігають у штабелі на відстані 15 м від криниці, не є джерелом нітратного забруднення через просочування в ґрунт.

Таблиця 3.8 - Фізико-хімічні показники і вміст нітратів у профілі ґрунту біля вододжерела № 2

Горизонти ґрунту, см	Вміст NO ₃ , мг/кг	pNO ₃	pH водне	Вміст гумусу, %
0-20	4,0	394	6,43	1,36
20-40	2,5	415	6,24	0,86
40-60	1,7	430	6,78	0,43
60-80	2,3	417	7,03	0,24
80-100	1,2	445	7,18	-
100-120	0,8	456	7,3	-
120-140	1,2	445	7,32	-
140-160	2,2	419	7,26	-

Як видно з табл. 3.8, у профілі ґрунту вміст нітратів коливається від 0,8 до 4,0 мг/кг. Максимальне значення цього показника характерне для горизонту ґрунту на профілі від 0-20 см, а мінімальне – на глибині 100-120 см.

В цілому простежується коливний характер цих змін, зокрема поступовим підвищення вмісту нітратів до глибини 20-40 см, далі зменшення їх вмісту у товщі 40-60 см, потім знову ж збільшення на глибині 60-80 см. На глибині горизонту ґрунту від 80-120 см вміст нітратів різко зменшується і на товщі 120-160 см знову ж таки збільшується.

Варто зауважити, що такий вміст нітратів у досліджуваному ґрунті відповідає про відсутність його нітратного забруднення.

Тому, надходження нітратів у воду криниці здійснюється екзогенним шляхом – разом із поверхневим стоком, що підтвердилося при візуальному

обстеженні цієї криниці під час грози, коли основна маса дощової води, змиваючи органічні рештки з підвір'я, попадала у криницю.

Як видно з таблиці 3.8, актуальна кислотність у профілі ґрунту, яка характеризується рН водним, змінюється від 6,24 до 7,32 причому максимальна кислотність характерна для шару 20-40 см, а мінімальна для ґрунту, відібраного із глибини 120-140 см. Тобто кислотно-основні умови життєдіяльності нітрифікаторів, які домінують головню у гумусовому шарі, знаходяться у слабкокислому середовищі, яке є оптимальним для їх функціонування.

На підставі наших досліджень та аналітичних робіт можна зробити висновок, що джерела питної води – криниці у селах Мельники та Затишся поблизу озера Пісочне у літній період забруднені нітратами.

У віддаленому від рекреаційного навантаження селі Затишся кринична вода забруднена нітратами більше, ніж у селі Мельники. Діапазон вмісту нітратів у питній воді коливається від 2,5 до 4,0 ГДК, тобто від 113 до 180 мг/літр. Таке забруднення можна пояснити утриманням великої кількості свійських тварин і безпосереднім проникненням гнойових стоків у криниці, які тут зазвичай неглибокі.

У прилеглому до озера пісочне селі Мельники третина криниць мають відносно чисту воду, у якій немає перевищення ГДК нітратів. Проте, як показав спеціальний дослід, забруднення криничних вод від просочення нітратів із гноєсховища через профіль ґрунту у підґрунтові води малоімовірне. Тому забруднення питної води відбувається при поверхневих стоках відходів тваринництва, які інколи потрапляють у криниці, особливо під час дощів.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1. Аналіз стану охорони праці й техніка безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії

Важливою державною функцією є охорона життя та здоров'я людей в процесі їх трудової діяльності, створення безпечних та нешкідливих умов праці. Головним завданням санітарно-епідеміологічних установ та їх хіміко-аналітичних лабораторій є вивчення впливу на здоров'я людей усієї сукупності хімічних речовин оточуючого середовища. Вона зобов'язана розробляти санітарно-гігієнічні заходи по усуненню їх негативного впливу на здоров'я людини. Тому на кожному підприємстві, в кожній установі, організації функціонує служба охорони праці [38, 39, 40].

В хімічній лабораторії СЕС функції служби охорони праці виконує завідуючий лабораторією, який призначає особу відповідальну за техніку безпеки.

Лабораторія повинна бути обладнана засобами пожежогасіння, телефонним зв'язком, вентиляційною установкою, засобами індивідуального захисту (гумові рукавички, захисні окуляри та ін.), витяжними шафами, повинен бути загальний щит і рубильник. Роботу у лабораторії проводять виключно у халатах при дотриманні усіх правил техніки безпеки.

Всі хімічні реактиви зберігають у скляній товстостінній посудині і мають етикетки з позначенням вмісту. Більшість кислот зберігають у скляних бутлях з гумовими пробками, заповненими не більше як на 90% загального об'єму. Для розливання кислот та інших агресивних речовин застосовують скляні сифони з гумовими грушами.

Роботу з газоподібними, рідкими отруйними речовинами проводять у діючій витяжній шафі. Для роботи з отруйними речовинами працівникам лабораторії видають протигази.

Завідуючий лабораторії розробляє рекомендації для роботи з електроприладами. Кваліфікована особа проводить інструктаж навчання з техніки безпеки при роботі з електроприладами. До роботи з електроприладами допускаються лише ті особи, які пройшли інструктаж і навчання, а також, ті які не мають медичних протипоказань.

У приміщені лабораторії забороняється застосовувати електронагрівачі, прилади для обігріву приміщень і приготування їжі.

Для завідуючого, обслуговуючого персоналу, працівників лабораторії проводиться інструктаж і навчання з питань охорони праці; проводять також перевірку відповідних знань. При потребі проводять позапланове навчання.

Завідуючий лабораторії займається розробкою комплексу організаційних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення здорових умов праці і запобігання професійної захворюваності, розробляє робочий план для працівників [39].

Завідуючий лабораторії також звітує керівнику установи, якій підпорядкована лабораторія, про стан умов праці, про випадки травматизму чи інші нещасні випадки.

Вимоги безпеки під час виконання роботи у хімічній лабораторії:

1. До роботи в лабораторії допускають осіб лише після інструктажу з техніки безпеки, протипожежних заходах і охороні праці.
2. Не можна працювати без спецодягу.
3. Під час роботи необхідно дотримуватися чистоти й порядку.
4. Забороняється виконання в лабораторії робіт, які не пов'язані з отриманим завданням.
5. Категорично забороняється пробувати на смак хімічні реактиви. Їх

запах визначають, направляючи легким помахом руки струмінь газу чи пари на себе, тримаючи отвір посуду з речовиною на далекій відстані від обличчя.

6. При переливанні рідин користуватися лійкою.
7. Категорично забороняється заповнювати ємкості з кислотами до верху.
8. При роботі з сухими препаратами, їх беруть пінцетами, шпателями.
9. Ретельно слідкувати за чистотою реактивів в склянках і ніколи не спускати використану піпетку в склянку з іншим реактивом.
10. Не можна виливати чи висипати реактив, взятий для аналізів, назад в склянку.
11. Не можна нахилитися над посудом з киплячою рідиною.
12. При нагріванні рідких речовин чи твердих тіл в пробірках, колбах, необхідно отвір пробірки чи колби направляти в сторону від себе.
13. Гарячі предмети переносити пінцетом, тигельними щипцями, ставити їх на азбестовий картон.
14. Роботи, пов'язані з вибухонебезпечними речовинами, слід виконувати стоячи.
15. Не викидати в раковини несумісні з водою рідини і тверді речовини, залишки отрутохімікатів, концентровані розчини кислот і лугів, розчини солей ртуті, срібла і йоду, леткі, легкозаймисті і горючі рідини.
16. Після закінчення роботи слід ретельно вимити руки і лице [40].

4.2. Покращення виробничої санітарії, техніки безпеки і пожежної безпеки при роботі у хіміко-аналітичній лабораторії

Виробнича санітарія на підприємствах та спеціалізованих установах охоплює наступне коло питань:

- ✓ виробничої шкідливості;
- ✓ дії шкідливих умов на організм людини;

- ✓ гранично допустимих забруднювачів;
- ✓ засобів технічного захисту людини від шкідливих умов праці;
- ✓ засобів індивідуального захисту людини від різноманітних шкідливих речовин.

Завдання гігієни праці – попереджувати професійні захворювання на основі вивчення виробничих умов, засобів виробництва і трудових прийомів шляхом впровадження ряду профілактичних заходів по створенню нормальних умов праці. Умови праці мають вирішальний вплив на працездатність людини, і її втомлюваність та стан здоров'я. Так, висока температура повітря призводить до швидкого втомлювання, перегрівання організму і теплового удару. Також погіршується розумова і фізична діяльність, сповільнюється реакція. Окрім того висока температура повітря порушує водно-сольовий обмін в організмі людини. Низька температура і великі швидкості руху повітря при тривалій дії призводять до погіршення кровообігу, а також сприяють захворюваності ревматизмом, грипом і хворобами дихальних шляхів. Висока швидкість руху повітря (більше 0,5 м/с) в приміщенні призводить до переохолодження організму і може викликати простудні захворювання.

Висока вологість повітря також шкідлива для людини, тому що вона перешкоджає випаровуванню вологи, що виділяється організмом через шкірний покрив.

У відповідності з Санітарними нормами проектування промислових підприємств температура, швидкість руху і вологість повітря у виробничих приміщеннях залежить від важкості виконуваної роботи. Трудові операції характеризуються фізичними зусиллями; нервовою напругою, що залежить від необхідного рівня напруги уваги, зору, слуху; робочим положенням тіла; темпом роботи; монотонністю роботи. Наведені характеристики обумовлюють важкість трудового процесу [40]. Умови праці в значній мірі характеризуються кількістю енергії, що витрачається за одиницю робочого часу.

З метою попередження нещасних випадків в лабораторії необхідно раціонально організовувати робочі місця, ретельно дотримуватися санітарних

норм праці і вимог технічної та пожежної безпеки.

До роботи з електроприладами допускаються особи, які пройшли інструктаж і навчання, а також перевірку знань правил техніки безпеки та інструкцій відповідно займаної посади, стосовно виконуваної роботи з присвоєнням третьої кваліфікаційної групи з техніки безпеки, а також не мають медичних протипоказань.

У забезпеченні всіх приміщень лабораторії повинен бути загальний щит і рубильник. Всі нагрівальні прилади повинні мати постійне місце з достатньою теплоізоляцією.

При користуванні електроенергією заборонено:

- ✓ працювати з несправними електроприладами;
- ✓ відкривати електричні щитки і магнітні пускачі;
- ✓ тримати легкі рідини і рідини, що можуть легко займатися поблизу нагрівальних приладів;
- ✓ користуватися для підключення провідниками з пошкодженою ізоляцією, без штепселів, а також саморобними запобіжниками;
- ✓ працювати з незаземленими електрообладнанням [39].

У випадку виникнення пожежі в лабораторії чи інших приміщеннях обслуговуючий персонал зобов'язаний:

1. Повідомити про пожежу в найближчу пожежну частину по телефону 101, дати сигнал тривоги для місцевої добровільної пожежної дружини;
2. Прийняти всі залежні від них міри до евакуації людей з приміщень, евакуацію потрібно починати з того приміщення, якому загрожує небезпека поширення пожежі;
3. Направити персонал у безпечне місце (будівлю, за планом евакуації);
4. Одночасно приступити до гасіння пожежі своїми силами і засобами, які є в установі;
5. Для зустрічі викликаної пожежної частини необхідно виділити особу з персоналу лабораторії, яка повинна чітко проінформувати начальника

прибулого підрозділу про те, чи всі евакуйовані із задимленого будинку і, в яких приміщеннях ще залишилися люди [39].

З метою покращення стану охорони праці, гігієни праці і пожежної безпеки адміністрації Шацької районної СЕС необхідно в найближчі терміни вжити наступні заходи:

- покращити фінансування робіт і заходів по охороні праці;
- посилити рівень контролю за дотриманням працівниками вимог законодавчих актів з охорони праці;
- покращити рівень навчання і підготовки персоналу та якість проведення інструктажів з питань охорони праці.

Виконання цих заходів дозволить знизити рівень травматизму і професійних захворювань на підприємстві та мінімізувати розмір матеріальних збитків від втрати працездатності на виробництві.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз природних умов формування якості водних ресурсів північно-західного Полісся дозволяє зробити висновок, що особливості рельєфу, ґрунтів, рослинності і клімату зумовлюють легку вразливість вододжерел питної води до хімічного забруднення аерогенними й рекреагенними поверхневими стоками.
2. Дослідження питних вод показало, що допустимій концентрації нітратів (до 45 мг/л) відповідала вода лише у третині обстежених криниць села Мельники Шацького району. Перевищення вмісту нітратів від 1-1,5 ГДК встановлено у воді п'яти криниць із 30 (17%). У решті 15 криницях забрудненість води нітратами була більшою, включно до 5-ти і вище одиниць ГДК.
3. Аналіз стану нітратної забрудненості води криниць с. Затишшя Шацького району показав, що лише у 23% криниць вода відповідає санітарним вимогам до питної води. У більшості води криниць встановлено перевищення ГДК у 2,5-3 рази – 7%, 3,0-3,5 і 3,5-4,0 рази відповідно 37 і 33%.
4. Різниця у стані забрудненості води криниць у с. Затишшя і с. Мельники зумовлена різною інтенсивністю господарського впливу і культурою тваринництва у цих селах. У селі Затишшя простежується менше рекреаційного впливу, проте ту є більша чисельність свійських тварин.
5. Упродовж трирічного спостереження зберігався достатньо високий рівень нітратного забруднення води криниць с. Мельники Шацького району. Проте, вміст нітратів у воді окремих криниць коливався значно більше, ніж в інших. Зокрема, у воді колодязя № 7 він змінювався в межах 62-482,2 мг/л, тобто у 7,7 рази; у воді колодязя №10 – від 142,6 до 450,1 мг/л (3,2 рази) і №25 – у межах 28,6-326 мг/л (11,3 рази). В інших колодязях (№ 2, 3, 15, 16, 22) їх вміст у воді практично не змінювався.
6. Води присадибних криниць у селах Шацького району можна захистити від нітратного та іншого забруднення, споруджуючи їх на належній відстані від

імовірних джерел забруднення, зокрема тваринницьких хлівів, бортів гною, гнойових ям, туалетів тощо. Для захисту уже наявних криниць їх слід перебудувати з використанням бетонних монолітних кілець, попередньо почистивши та поглибивши. Це дозволить запобігти просочуванню забруднених різними компонентами дощових та інших вод. Усі рекреаційні об'єкти Шацького поозер'я у майбутньому слід обладнати закритими питними водопровідними мережами, що дозволить ефективно контролювати якість питної води.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Альохіна О.В., Кошовий В.В., Федорів Р.Ф. Інформаційно-аналітична система управління екосистемами заповідних територій (на прикладі Шацького національного природного парку). Відбір і аналітична обробка інформації. №22(98). 2005. С.34-39.
2. Альохіна О. В., Федорів Т.Р. Екологічні індикатори антропогенного впливу на локальні лісові екосистеми Полісся. Видавництво: Альтернатива”. 2006. Т. 2. С.298-303.
3. Бережний І. В. та ін. Природні умови околиць Шацького біолого-географічного стаціонару. Вісн. Львів. ун – ту. сер. біолог, 1994. Вип.7. С. 88–109.
4. Дідух Я. П., Плюта П. Г, Каркуцієв Г. М. Еколого–ценотичні особливості Шацького природного національного парку. Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України. Житомир. Волинь. 2008. Випуск Б. С. 147 – 154.
5. Дідух Я. П., Плюта П. Г. Фітоіндикація екологічних факторів. Київ: Наук. думка. 2004. 280 с.
6. Корусь М. М. Постмеліоративні ефекти у соснових лісах Шацького національного природного парку. Наукове видання: Проблеми корозійно-механічного руйнування, інженерія поверхні, діагностичні системи. Львів. 2005. С. 453-456.
7. Мокрий В. І. та ін. Дистанційний моніторинг рекреаційних навантажень на акваторії озера Пісочне Шацького НПП. Збірка тез доповідей X Міжнародної н.-п. конференції студентів, аспірантів та молодих вчених „Екологія. Людина. Суспільство”. К. НТУУ „КПІ”, 2007. С. 43.
8. Пилиповець Г. М. Антропогенний вплив на екологічний стан народногосподарського комплексу Шацького національного природного парку. Наукове видання: Проблеми корозійно-механічного руйнування, інженерія поверхні, діагностичні системи. Львів. 2005. С.460-462.

9. Пилиповець Г. М. Екологічна характеристика Шацького району Волині. Наукове видання: Проблеми корозійно-механічного руйнування, інженерія поверхні, діагностичні системи. Львів. 2005. С. 457-459.
10. Піць Н. А. Антропогенізація ландшафтів Шацького національного природного парку. Проблеми корозійно-механічного руйнування, інженерія поверхні, діагностичні системи. Львів. 2007. С. 301-304.
11. Плотникова Г. Синфітоіндикаційна оцінка екотопів Шацького національного природного парку та їх картування, 2018. <http://pinchukfund.org/zavtra/uk/scholars/2008/>.
12. Геренчука К. І. Природа Волинської області. Львів. Вид – во Львів ун-ту, 1995. 147 с.
13. Синишин С. М. Підземні води Шацького національного природного парку. Наукове видання: Проблеми корозійно-механічного руйнування, інженерія поверхні, діагностичні системи. Відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України. Львів. 2015. С. 475-477.
14. Синишин С. М., Федорів Т. Р., Федорів Р. Ф. Екологічний моніторинг природних вод. Збірка тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених „Екологія. Людина. Суспільство” (16-20 травня 2017 р. м. Київ). К. НТУУ „КПІ”, 2007. С. 66.
15. Федорів Р. Т. Три Полісся: стан і динаміка змін локальних екосистем. *Наук. вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки № 11 (Ч. II)*. Редакційно-видавничий відділ ВЕЖА. 2007. С. 36-41.
16. Федорів Р. Ф. Шацький горст: ефект самозбереження водних екосистем. *Наук. вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки № 11*. Редакційно-видавничий відділ ВЕЖА. 2007. С. 59-65.
17. Федорів Р. Ф. та ін. Оцінка рекреаційного навантаження на акваторії озер Світязь та Пісочне. *Наук. вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки № 11 (Ч. I)*. Редакційно-видавничий відділ ВЕЖА. 2007. С. 106-112.

18. Андрієнко Т. Л. Фіторізноманіття Українського Полісся та його охорона. Київ. Фітосоціоцентр. 2006. 316 с.
19. Цвид Н. В. Основні забруднювачі довкілля. *Наукове видання: Проблеми корозійно-механічного руйнування, інженерія поверхні, діагностичні системи*. Львів. 2005. С. 478-481.
20. Цвид Н. В. Стан забруднення озера Світязь. Львів. 2005. С. 482-485.
21. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці: Підручник. Львів. Афіша.2001. 350 с.
22. Катренко Л. А., Кіт Ю. В., Пістун І. П. Охорона праці. Курс лекцій. – Суми: «Університетська книга». 2009. 540 с.
23. Пістун І. П., Кіт Ю. В., Березовецький А. П. Охорона праці. Суми: 2000. 212 с.