

Міністерство освіти і науки України
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет

Спеціальність 8.04010601

«Екологія та охорона навколишнього середовища»

«Допускається до захисту»

Завідувач кафедри екології та охорони
навколишнього середовища

Проф. _____ Разанов С.Ф.
протокол № ___ «__» _____ 20 17 р.

***Дослідження вмісту важких металів в екосистемі річки Соб
в межах смт. Дашів Іллінецького району Вінницької області***

01.05.– ВР 284м 18 11 16. 006

Студент - випускник

Уманець Б.О.

Керівник дипломної роботи,
доцент

Кравчук Г.І.

Рецензент

Вінниця – 2017
РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Дослідження важких металів в екосистемі річки Соб в межах смт. Дашів Іллінецького району» розміщена на 70 сторінках комп'ютерного тексту, містить 5 таблиць, 10 рисунків та 70 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – поверхневі води річки Соб.

Предмет дослідження – вміст важких металів у екосистемі річки Соб.

Мета дослідження – вивчити вплив антропогенної діяльності на водну екосистему Соб та проаналізувати фактичний вміст важких металів на трьох створах.

Методи досліджень – спостереження, пізнавальний та порівняльний аналіз, статистична обробка, оцінка, розрахунки.

При проведенні досліджень було встановлено, що вода річки Соб відповідає санітарно-гігієнічним нормативам, концентрація важких металів у водній екосистемі не перевищує гранично допустимі концентрації.

Результати дипломної роботи можна використати при подальших наукових дослідженнях річкової екосистеми Соб та у практичній діяльності екологів даного регіону.

Ключові слова: вода, екосистема, річка Соб, важкі метали, екологічна оцінка, екологічні фактори, свинець, кадмій, мідь, цинк.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	5
--------------------------------	---

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. СТАН ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ УКРАЇНИ (огляд літератури)	8
1.1. Водні ресурси України.....	8
1.2. Вплив важких металів на довкілля та характер їх накопичення.....	17
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ	
ДОСЛІДЖЕНЬ.....	28
2.1. Характеристика бази досліджень	28
2.2. Природно-кліматична характеристика району	29
2.3. Об'єкти досліджень	32
2.4. Мета, завдання, методика проведення дослідження.....	34
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ.....	37
3.1. Дослідження характеристик водної екосистеми річки Соб	37
3.2. Аналіз вмісту важких металів річки Соб в межах смт. Дашів.....	44
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ОБГРУНТУВАННЯ ОЧИЩЕННЯ РІЧКИ СОБ.....	49
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ НА КАЛЬНИЦЬКОМУ ГРАНІТНОМУ КАР'ЄРІ ...	53
5.1. Навчання з питань з охорони праці на гранітному кар'єрі.....	53
5.2. Створення сприятливих санітарно-гігієнічних умов праці при веденні гірничних робіт.....	54
5.3. План ліквідації надзвичайних ситуацій при гірничо-видобувних роботах	56
ВИСНОВКИ	61
РЕКОМЕНДАЦІЇ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	63
ДОДАТКИ	70

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І
ТЕРМІНІВ

ВМ – важкі метали;

ГДК – гранично допустима концентрація;

Смт – селище;

Р. – річка;

МАВР – Міжнародна асоціація вивчення раку;

ПЛА – план ліквідації аварій.

ВСТУП

Вода життєво важлива для економічного зростання і розвитку, а передусім – для виживання суходільних і водних екосистем. Загрозою для людства вважається виснаження і погіршення якості водних ресурсів – джерела питної води і основ життєдіяльності на планеті.

Однією з пріоритетних груп хімічного забруднення поверхневих вод є важкі метали (ВМ). Формально визначенню важких металів відповідає велика кількість елементів. Упродовж кількох років проводилися дослідження вмісту важких металів у водоймах України методами пасивного моніторингу. Це дало змогу виявити катіони таких металів, як нікель, свинець, ферум, манган, хром, цинк, купрум, кадмій та кобальт у кількостях, що значно перевищують нормативи ГДК. Джерелами забруднення вод цих мікроелементів є стічні води різних підприємств. Так, кобальт та свинець потрапляють у водні джерела зі стічними водами металургійної, хімічної промисловості; кадмій – із промисловими стоками свинцево-цинкових заводів, рудозбагачувальних фабрик, оскільки в природі він трапляється в цинкових і свинцевих рудах. Цинк, як і кадмій, також забруднюється стічними водами рудозбагачувальних фабрик гальванічних цехів, окрім цього – стоками виробництв пергаментного паперу, мінеральних фарб та штучного волокна. Навіть якщо на сьогоднішній день більшість підприємств не працює, поверхневі води інтенсивно забруднюються іонами ВМ з донних відкладів. Крім того, важкі метали входять до складу добрив і пестицидів, які в подальшому можуть потрапляти у водойми разом зі стоками із сільськогосподарських угідь. Тому вивчення джерел і шляхів надходження цих речовин у поверхневі водні об'єкти, їх вмісту, розподілу у воді слід вважати однією з важливих і необхідних передумов практичної реалізації ключових завдань, пов'язаних із раціональним використанням, охороною та ефективним відтворенням водних ресурсів.

У зв'язку з цим основна мета проведених досліджень полягала у визначенні вмісту основних токсичних елементів у річці Соб у межах селища Дашів Вінницької області та комплексній екологічній оцінці за санітарно-гігієнічними показниками якості водойм.

Об'єктом дослідження є вода у річці Соб у межах смт. Дашів.

Предмет дослідження – водне середовище річки та визначення важких металів у воді.

Згідно мети дослідження були поставлені такі завдання:

- Збирання, обробка та аналіз інформації щодо екологічного стану річки Соб.
- Відбирання проб води згідно встановленої методики та проведення аналізу води, порівняння даних з ГДК.
- Дослідження води р. Соб на вміст важких металів та порівняння з ГДК;
- Розробка рекомендацій щодо поліпшення якості води у екосистемі Соб на основі отриманих висновків.

При написанні дипломної роботи використовували наступні методи наукового дослідження: польовий, лабораторний, розрахунковий, статистичний та аналітичний. Інформаційною базою для дипломної роботи є нормативно-правові документи, щорічники, статистичні збірники, наукові праці зарубіжних та вітчизняних вчених. Дипломна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків і рекомендацій, а також списку використаної літератури та додатків.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПОВЕРХНЕВИХ ВОД УКРАЇНИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Водні ресурси України

Водні ресурси України складаються з поверхневих, підземних та морських вод, є національним надбанням. Вони постійно відновлюються, що говорить про мінливість в часі та просторі. Формування водних ресурсів відбувається за рахунок атмосферних опадів і транзитних вод. Атмосферні

опади є визначною складовою водного балансу, джерелом водних ресурсів. Кількість і режим випадання атмосферних опадів, величина витрат вологи на випаровування зумовлюються кліматичними умовами. Кліматичні гідрогеологічні, ландшафтні фактори впливають на формування стоку, інфільтраційні процеси, перерозподіл опадів на поверхні водозборів [5].

Нинішня екологічна ситуація в Україні значною мірою зумовлена постійним техногенним навантаженням на навколишнє середовище, що обумовлює зміни хімічного складу природних вод та погіршення якісних показників, зменшення витрат у річках та виснаження ресурсного потенціалу гідроекосистем. Багаторічні поступові зміни екологічного стану природних водних об'єктів призвели до певних порушень у функціонуванні окремих ланок водної екосистеми внаслідок її змін, структурних втрат природної стійкості, заміну одних видів біоти іншими [8, 40,48].

Більша частина України належить (98%) до басейнів Чорного та Азовського морів і тільки 2% її площі – до басейну Балтійського моря. Основні джерела прісної води на території України – стік річок Дніпра, Дністра, Сіверського Дінця, Південного та Західного Бугу, Дунаю з притоками (Тиса, Прут), а також малих річок північного узбережжя Чорного та Азовського морів [13].

Стан річкових вод України зазнає істотного антропогенного впливу через господарсько-побутові та сільськогосподарські стоки, а також стічні води промислових підприємств. Концентрації мінеральних речовин у річкових водах антропогенного походження збільшується з північного заходу на південний схід, від 2% на Поліссі до 43% у степовій зоні в межах промислового Придніпров'я і Донбасу [40].

Основна характеристика водних ресурсів – середня багаторічна величина річного стоку. У поширенні цього показника на рівнинній частині України зональність простежується найбільш чітко на півдні. Величини середнього річного стоку зменшується з півночі на південь від 100 до 5 мм. Відхилення від зональних показників стоку характерні для Подільської, Придніпровської, Донецької і Приазовської височин. В Українських Карпатах і Кримських горах

показники стоку закономірно збільшуються з висотою відповідно від 400 до 1000 м і від 100 до 500 [3,11].

Потенційні водні ресурси України (об'єм середньорічного стоку) оцінюються в 209,8 км³. З них лише 25 % формується в межах нашої держави і є її власним фондом. Транзитний стік тільки частково використовується для господарських потреб. Співвідношення об'ємів місцевого і транзитного стоку в різних адміністративних областях неоднакове. Територією України водні ресурси розподіляються нерівномірно. Близько 60 % їх припадає на річки басейну Дунаю, де потреба в них незначна. А найменші об'єкти водних ресурсів припадають на території, де вони вкрай необхідні у великих кількостях: Автономна Республіка Крим, Дніпропетровська, Запорізька, Донецька, Херсонська, Миколаївська, Одеська області [4,26].

Україна належить до територій з низькою водозабезпеченістю за сумарним річковим і місцевим стоком. На одного жителя в Україні припадає лише 1,0 тис. м³ на рік (в Європі – 4,6 тис. м³, у світі – 8,2 тис. м³, Канаді – 99 тис. м³). На водозабезпечення впливає мінливість місцевого стоку в часі. Так, у маловодні роки його величина становить 29,7 км³. Нерівномірний розподіл стоку протягом року. На весняний стік припадає до 70% його об'єкта на півночі та північному сході й до 90% на півдні України [20].

Україна має значні ресурси підземних вод, їх балансові прогностичні ресурси оцінюються у 21,0 км³. Величини підземного стоку змінюються в південному напрямку від 30 мм (Полісся), 40-50 (Волино-Поділля) до 0-5 мм (Причорномор'я, Степовий Крим). В Українських Карпатах величини підземного стоку становлять 100-120 мм, а найбільший він у Кримських горах – 500 мм. Модулі підземного стоку також зменшуються з півночі на південь від 3-1,5 л/с-км до 0,5 л/с-км. У їх розподілі спостерігається зональність, зумовлена кліматом і характером дренажу території [29].

Характерною особливістю основної складової водних ресурсів країни – річкового стоку – є його нерівномірність упродовж року і з року в рік. За особливостями внутрішньорічного розподілу річкового стоку територію України поділяють на 16 районів. Спільним для всіх цих районів є те, що скрізь

більша частина річного стоку формується під час весняної повені – від 60-70 % на півночі та північному сході до 80-90 % на півдні України. З водами річок пов'язані озерні, болотні та підземні води, які можуть враховуватись при оцінці водозабезпеченості окремих адміністративних областей та економічних районів. Більша частина цих вод повільно циркулює в процесі колообігу води і належить до категорії вікових запасів, які нині використовуються в невеликій кількості. Менша їх частина щорічно або протягом певного періоду відновлюється, бере участь у колообігу води, частково використовується людьми і, отже, належить до категорії сучасних водних ресурсів [27,45].

Так склалося, що озера України вивчені недостатньо, не встановлений і об'єм води в них. За наближеними підрахунками об'єм води в прісних озерах досягає 2,3 км³, у солоних і лиманах – 8,6 км³. Значну частину території України (переважно північну) займають болота, заболочені й перезволожені землі – 6569 тис. га, в яких зосереджена велика кількість води (близько 30 км³). Тільки при осушенні таких земель частина вод скидається у водотоки і поповнює ресурси річкового стоку. Україна має значні запаси підземних вод. Як і поверхневі, підземні води складаються зі щорічно відновлюваних і вікових запасів [12].

Найпрактичнішими є щорічно відновлювані ресурси підземних вод, тобто води зони активного водообміну, об'єм яких становить 18,6 км³/рік. Підземні води зосереджені в окремих артезіанських басейнах і провінціях. Найбільше їх припадає на Дніпровсько-Донецький (57,4%) та Волинсько-Подільський (16,9%) артезіанські басейни. В інших регіонах України ресурси підземних вод значно менші (в гідрогеологічній провінції Українського щита 10,1%, Причорноморському артезіанському басейні – 8,7%, Карпатській гідрогеологічній провінції – 3,5%, Донецькій – 2,8%, Гірському Криму – 0,6%) [53]. Частина підземних вод безпосередньо пов'язана з поверхневими водами, вони надходять до річок у вигляді підземного стоку. Ресурси цих вод сумарно дорівнюють величині підземного стоку (11,4 км³/рік) і враховуються при визначенні ресурсів поверхневих вод [46, 61].

Крім територіальної, водним ресурсам України властива також значна мінливість у часі (внутрішньорічна і багаторічна), що необхідно врахувати при оцінці водозабезпеченості, та різновидність показників якості (каламутність, хімічний склад, мінералізація) і термічного режиму[25, 16]. Регіони України відчувають гостру нестачу води (західні регіони та східна частина Кримського півострова). Дефіциту води зазнають Львів, Житомир, Бердичів та інші міста. Близько 33% населення країни проживає в недостатньо забезпечених водою регіонах [33].

Найбільший водопостачальник – Дніпро, який є головною водною артерією України і третьою на європейському континенті річкою (після Дунаю та Волги) за площею басейну (509 тис, км²) та четвертою за довжиною (2200 км). Води басейну Дніпра становлять близько 80% усіх водних ресурсів України. Середній багаторічний обсяг стоку Дніпра у гирлі досягає 53 км³. У маловодні роки він зменшується до 43,5 км³, а в надто маловодні – до 30 км³. Середньорічний стік Дніпра формується на території Росії (32%) та Білорусі (31%). Прогнозовані ресурси підземних вод у басейні Дніпра в межах України становлять 12,8 км³, з яких 4,7 км³ гідравлічно не пов'язані з поверхневими водами. Обсяг розвіданих запасів оцінюється в 2,6 км³ на рік, але нерівномірність їх розподілу зменшує можливість використання до 1,2 км³. Розподіл водних ресурсів на території басейну Дніпра дуже нерівномірний. Найзабезпеченіша водою його верхня частина, в якій у середній за водністю рік на один квадратний кілометр площі припадає 219000м³/рік води. В басейні Десни і Прип'яті питомі водні ресурси становлять 110-115 тис. м³/рік, а в нижній частині басейну водозабезпеченість зменшується до 36 тис. м³/рік на 1 км². У формуванні водних ресурсів Дніпра велике значення мають водосховища і ставки на його притоках. Кількість останніх становить 15380 із загальною довжиною 67156 км. На Дніпрі створено каскад із 6 водосховищ загальною площею 6950 км³. Об'єм акумульованої в них води досягає 43,8 км³. Тому більшу частину водосховищ можна віднести до мілководних [47].

Дніпро – джерело водопостачання не лише для споживачів, які проживають у межах його басейну, але й для інших промислових центрів півдня і південного сходу країни. Системами каналів Дніпро-Донбас, Північно-Кримський і Каховський щороку переміщується за межі басейну близько 5-6 км³ стоку. Загалом Дніпро забезпечує водою понад 65% території України, на якій проживає близько 30 млн. населення. На цій території розміщено 50 великих міст і промислових центрів, близько 10 тис. підприємств, 2,2 тис. сільських та понад 1 тис. комунальних господарств, 50 великих зрошувальних систем і 4 атомних електростанції. У басейні Дніпра зосереджено також основний промисловий потенціал країни. Це призводить до величезного антропогенного навантаження на його води та впливає на формування якості води [55].

Екологічний стан р. Дніпро, водними ресурсами якого користуються понад 30 мільйонів людей викликає особливу тривогу. У водах фіксувалось підвищення вмісту важких металів, концентрації сполук марганцю та міді досягали 12-35ГДК. У воді річок Прип'ять, Стир, Горинь, Уборть високий вміст сполук азоту амонійного, у річці Прип'ять – сполук азоту нітратного, протягом року спостерігалися випадки перевищення з концентраціями 13 і 22 ГДК відповідно [45]. Найбільш забрудненою річкою басейну Дніпра є Інгулець, якість води якої контролюється у 8 гідростворах. Якість вод Інгульця погіршуються після скидів підприємств Кривбасу [33, 62, 63]. Найбільші підприємства-забруднювачі у басейні Дніпра: Дніпропетровський металургійний завод ім. Петровського, Дніпропетровський металургійний комбінат ім. Дзержинського, металургійний комбінат «Запоріжсталь», комунальні підприємства «Дніпроводоканал», «Кривбасводоканал» [45].

Дунай є найбільшою рікою Європи довжина якої складає 2960 км, площа басейну – 817000 км². У межах України – лише невелика частина нижньої течії річки завдовжки 174 км (від м. Рені до гирла) [57].

Розмірами Дунай поступається лише Волзі. Його водні ресурси формуються, в основному, в гірських районах Альп, Балкан та Карпат. В Українських Карпатах розташовані верхні ділянки трьох великих лівобережних

приток Дунаю – Тиси, Пруту, Серету. Ці ділянки становлять лише близько чверті довжини кожної з цих річок, але саме на них припадає понад 90% їх спаду, а за рахунок рясних дощів на верховинах тут формується і найбільша частина стоку, а це – близько 15 км³ води на рік, або 7,3% загального стоку Дунаю [12, 31].

Територія Українських Карпат у межах басейну Дунаю є найбільш водозабезпеченою в Україні: в середньому на 1 км² площі тут припадає понад 600 м³ річного стоку. Саме тут найгустіша річкова мережа: на 1 км² у горах припадає від 1 до 1,8 км, а в передгір'ях – 0,5–0,6 км водотоків. Тільки в басейні Тиси нараховується понад 9 тис. маленьких річок, річечок, струмків та потічків, у басейнах Пруту, Черемошу – понад 6 тис., Ужу – більше тисячі. Тут розташовані найменші водозбірні басейни держави [65].

Басейн Дунаю займає південні та південно-східні схили Східних Карпат, Закарпаття і південно-західну окраїну Причорноморської низовини. Сюди належать річки басейнів Тиси, Серету, Прута, а також кілька річок, що впадають в Дунай або Придунайські озера нижче гирла Прута. Басейн, що охоплює 5,3% території України, налічує 17612 малих річок сумарною довжиною 35,2 тис. км. Середня густота річкової мережі – 1,12 км/км² (у Карпатах – до 1,7 км/км²) [57].

Басейн Південного Бугу розташований на Волино-Подільській і Придніпровській височині, нижня частина басейну – на Причорноморській низовині. Басейн охоплює 10,6% території України. Форма басейну – грушоподібна, у верхів'ї – різко звужена; у середній і нижній частинах басейн різко асиметричний. Середня висота водозбору у верхів'ях – 300-320 м, в нижній частині – 5-20 м. Річкова мережа має деревоподібний рисунок, середня густота її – близько 0,35 км/км². До басейну належить 6638 малих річок загальною довжиною 20,1 тис. км, пересічна густота річкової мережі – 0,35 км/км² [36].

Найбільш забрудненою на територіях Хмельницької та Вінницької областей є р. Південний Буг. Води басейну р. Південний Буг характеризувались перевищенням за ХСК – 3,9 ГДК, БСК5 – 3,6 ГДК, азоту амонійного до 10 ГДК,

фосфатів до 1,9 ГДК, сполук цинку до 21 ГДК, хрому шестивалентного до 3 – 10 ГДК [45]. Усереднений багаторічний індекс сольового складу засвідчив, що якість р. Південний Буг характеризується критеріями I та II («відмінні» та «чисті»). Притоки р. Рів та р. Соб відповідають 4 категорії II класу («досить добра»), р. Інгул відповідає II (в районі м. Кіровоград) та III-IV (нижче м. Кіровоград) класами 3-6 категорії «добрі», «задовільні», «посередні», «погані». Якість води в басейні р. Синюха відповідає II-III класу [61, 64].

Басейн Дністра (8,7% від площі України) охоплює малі річки східних схилів Українських Карпат і річки південно-західної частини Подільської височини. У басейні налічується 14886 малих річок сумарною довжиною 32,3 тис. км. Середня густина річкової мережі – 0,65 км/км² [62].

Площа водозбірного басейну річки перевищує 72 тис. км². Сам басейн має форму дуже витягнутого, зігнутого в середині, овалу із розширеними кінцевими ділянками. Максимальна ширина його верхньої, найширшої частини – 150 км. Близько 20% площі річкового басейну припадає на його верхні ділянки. Тут він межує на півдні з басейнами Пруту і Тиси, на заході й півночі – з басейном Сану, притокою Вісли; на півночі – з басейнами Західного Бугу і річок Стиру та Горині, приток Прип'яті. Значних приток Дністер не має, що пояснюється «затиснутим», пограничним розміщенням його басейну відносно інших річок [2, 70].

Річкова мережа басейну навдивовижу проста. Основна його артерія – Дністер – яскраво вирізняється серед своїх численних приток, що переважно мають незначну довжину: найбільші з них сягають 200–250 км, а приблизно 550 річок мають довжину близько 10 км. Річки стрімкі, багатководні. Модуль стоку, хоч і дещо нижчий, ніж у річок Дунайського басейну, проте сягає значних величин: 10-15 л/с з 1 км² – у приток високогір'я, на середньогірських ділянках – у середньому 5 л/с з 1 км² [70].

Основну роль у формуванні водності та рівнів відіграють гірські притоки, за рахунок яких формується 50% річкового стоку. Карпатські ріки відіграють також домінуючу роль у формуванні паводків на Дністрі. Верхнім та середнім

ділянкам річки властиві інтенсивні ерозійні процеси, які обумовлюють високу мутність дністровської води [34, 63].

Інтенсивне водокористування в Україні досягло такого рівня, коли екологічна ємність водоресурсного потенціалу країни перевищена. Загальний об'єм водозабору майже рівний річковому стоку який утворюється на території України в маловодний рік [3]. Для річок України характер протікання процесів забруднення і самоочищення неоднаковий. На це впливають соціально-економічні фактори, внаслідок чого, відбувається інтенсивне забруднення вод та зміна хімічного складу вод [36,70]. Скид забруднюючих речовин для більшості підприємств промисловості та комунального господарства значно перевищує встановлені граничнодопустимі норми і тому ускладнюється забезпечення якісною водою населення України [29].

Малі річки відіграють важливу роль у господарській діяльності людини. Вони є джерелами водопостачання, їх використовують при проведенні меліоративних робіт. Їх водні ресурси становлять понад 40% загального басейну річкового стоку. Басейн малої річки є індикатором стану довкілля зумовленого рівнем антропогенного навантаження на складові його ландшафтних комплексів. Сучасні підходи до вивчення антропогенного впливу на водозаборах і у річкових долинах ґрунтуються на екосистемному або басейновому підході, що полягає у комплексній оцінці використання водних і земельних ресурсів, структури ландшафтів та їх забруднення [52].

Системний аналіз сучасного екологічного стану басейнів річок України та організації управління охороною і використанням водних ресурсів дав можливість окреслити коло найбільш актуальних проблем, які потребують вирішення [2, 14], а саме:

- надлишкова антропогенне навантаження на водні об'єкти в результаті екстенсивного способу ведення водного господарства призвела до кризового зменшення само відтворюючих можливостей річок і виснаження водоресурсного потенціалу;

- стала тенденція до значного забруднення водних об'єктів в результаті неупорядкованого відведення стічних вод від населених пунктів, господарських об'єктів і сільськогосподарських угідь;
- широкомасштабне радіаційне забруднення басейнів багатьох річок в результаті катастрофи на Чорнобильській АЕС;
- погіршення якості питної води внаслідок незадовільного екологічного стану джерел питного водопостачання;
- недосконалість економічного механізму водокористування та реалізації водоохоронних заходів;
- недостатня ефективність існуючої системи управління охороною і використанням водних ресурсів в результаті недосконалість нормативно-правової бази і організаційної структури управління;
- відсутність автоматизованої постійно діючої системи моніторингу екологічного стану водних басейнів, якості питної води та стічних вод у системах водопостачання та водовідведення населених пунктів і господарських об'єктів.

Аналіз забруднених вод свідчить, що малі річки України забруднюються більше, ніж великі. Це пояснюється не тільки їхньою малою водністю, але й недостатньою охороною. Щороку до водоймищ України потрапляє 5 млн тонн солей і це значна частина стоків гірничо-металургійної галузі. Водночас майже половина мінеральних добрив і отруйних хімікатів змиваються з полів у ріки. Сучасне екстенсивне використання водних і земельних ресурсів у цих екосистемах призвело до порушення екологічної рівноваги й виникнення таких проблем: як забруднення водойм, руйнування природних ландшафтних комплексів річкових долин та прилеглих територій, інженерної перебудови русел та заплав внаслідок меліоративних робіт [49].

Отже, Україна мало забезпечена водою і окрім цього фактору екологічний стан водних ресурсів скорочується внаслідок антропогенної діяльності людей, тому необхідно проводити екологізацію усіх сфер діяльності.

1.2. Вплив важких металів на довкілля та характер їх накопичення

Серед численних забруднювачів гідросфери важкі метали мають важливе значення, оскільки вони не зазнають трансформації у природному середовищі та здатні накопичуватись у складі донних осадів і біотичних компонентах екосистем. Водночас низка металів характеризується високою токсичністю, мутагенністю, виразними кумулятивними властивостями в компонентах біоти і здатністю до біомагніфікації в трофічних ланцюгах водних екосистем [15, 37, 68].

Загалом, є два основні джерела забруднення природного середовища важкими металами – геологічні процеси (фізичне та хімічне вивітрювання гірських порід і мінералів, виверження вулканів тощо) та антропогенна діяльність. Зокрема, вулканічні викиди є важливим джерелом таких елементів як Hg і Cd (таким шляхом у середовище може потрапляти до 50% від загального рівня надходження цих металів з природних джерел) [1].

До антропогенних джерел забруднення належать видобуток металевих руд і вугілля, виробництво металів, плавильні процеси, військові операції, виробництво цементу, випал цегли, діяльність хімічних підприємств, спалювання палива, використання агрохімікатів та ін. [67]. Під час промислової діяльності, зокрема, гірничодобування, гальванічних процесів, машинобудування та виготовлення різноманітних товарів утворюється великий обсяг стічних вод, що містять важкі метали та інші токсичні речовини. Скидання цих вод у водні об'єкти без попереднього очищення, що часто трапляється на території України та інших держав, впливає на хімічний склад природних вод та погіршує якість водного середовища. Зокрема, питома вага забруднених стічних вод у загальному їх обсязі становила в кінці ХХ ст. в цілому по Україні 28%, в тому числі у Харківській та Луганській областях – понад 70%, у Чернівецькій, Одеській, Донецькій областях – понад 50% [58].

Одним із домінуючих джерел забруднення ґрунту і гідросфер металами є невідповідне поводження з промисловими відходами (вивантаження на звалищах, демпінг у моря та океани тощо), нагромадження їх у хвостосховищах та шламонакопичувачах, застосування стічних вод іригаційною метою [58, 69].

Розглянемо властивості, шляхи попадання, гранично допустимі концентрації деяких важких металів. Насамперед становлять інтерес ті метали, які найбільше широко й у значних об'ємах використовуються у виробничій діяльності й у результаті нагромадження в зовнішньому середовищі становлять серйозну небезпеку з огляду їх високої біологічної активності й токсичних властивостей. До них відносять залізо, свинець, ртуть, кадмій, цинк, нікель, мідь [28].

Значні кількості заліза надходять зі стічними водами підприємств металургійної, металообробної, текстильної, лакофарбової промисловості й із сільськогосподарськими стоками. Фазові рівноваги між формами сполук заліза у розчинах залежать від хімічного складу води, РН і від температури. Розчинене залізо у стічних та природних водах представлене сполуками, що перебувають в іонній формі, у вигляді гідросокомплексів й комплексів з розчиненими неорганічними й органічними речовинами природних вод [56].

Вміст заліза у воді вище 1-2 мг/л значно погіршує органолептичні властивості води, надаючи їй неприємний в'язкий смак, і робить воду малопридатною для використання в технічних цілях. ГДК заліза становить 0,3 мг/дм³ (лімітуючий показник шкідливості – органолептичний) [1].

Сполуки кадмію виносяться в поверхневі води зі стічними водами свинцево-цинкових заводів, гірничо-збагачувальних комбінатів, ряду хімічних підприємств (виробництво сірчаної кислоти), гальванічного виробництва, а також із шахтними водами. Зниження концентрації розчинених сполук кадмію відбувається за рахунок процесів сорбції, випадання в осад гідроксида й карбонатів кадмію.

Розчинені форми кадмію в стічних водах являють собою головним чином мінеральні комплекси. У річкових незабруднених й слабо забруднених водах кадмій утримується в субмікрограмових концентраціях, у забруднених і стічних водах концентрація кадмію може досягати десятків мікрограмів в 1 дм³. ГДК становить 0,001 мг/дм³ (лімітуюча ознака шкідливості – токсикологічна) [59].

У природні води сполуки кобальту попадають зі стічними водами металургійних, металообробних і хімічних заводів. Сполуки кобальту в природних водах перебувають у розчиненому й зв'язаному стані, кількісне співвідношення між якими визначається хімічним складом води, температурою й значеннями рН. Розчинені форми представлені в основному комплексними сполуками. Сполуки двовалентного кобальту найбільш характерні для поверхневих вод. У присутності окислювачів можливе існування в помітних концентраціях тривалентного кобальту.

Кобальт відноситься до числа біологічно активних елементів. Входячи до складу вітамінів, кобальт досить активно впливає на надходження азотистих речовин, збільшення змісту хлорофілу й аскорбінової кислоти, активізує біосинтез і підвищує зміст білкового азоту в рослинах. Разом з тим підвищені концентрації сполук кобальту є досить токсичними [8]. ГДК становить 0,1 мг/дм³ [15].

Мідь – один з найважливіших мікроелементів. Фізіологічна активність міді зв'язана головним чином із включенням її до складу активних центрів окислювально-відновних ферментів. Недостатній зміст міді в ґрунтах негативно впливає на синтез білків, жирів і вітамінів і сприяє безплідності рослинних організмів. Мідь бере участь у процесі фотосинтезу й впливає на засвоєння азоту рослинами. Разом з тим, надлишкові концентрації міді впливають на рослинні й тваринні організми.

У природних водах найбільше часто зустрічаються сполуки Cu(II). Зі сполук Cu(I) найпоширеніші важкорозчинні у воді Cu₂O, Cu₂S, CuCl. При наявності у водному середовищі лігандів, поряд з рівновагою дисоціації гідроксида, необхідно враховувати утворення різних комплексних сполук, що перебувають у рівновазі з акваіонами міді.

Основним джерелом надходження міді в природні води є стічні води підприємств хімічної, металургійної промисловості, шахтні води, альдегідні реагенти, використовувані для знищення водоростей. Мідь може з'являтися в результаті корозії мідних трубопроводів й інших споруд. Гранично припустима

концентрація міді у воді водойм санітарно-побутового водокористування становить 0,1 мг/дм³ (лімітуюча ознака шкідливості – загальносанітарна) [60].

Сполуки нікелю у водні об'єкти надходять також із стічними водами цехів нікелювання, заводів синтетичного каучуку, нікелевих збагачувальних фабрик. Величезні викиди нікелю супроводжують спалювання викопного палива. У поверхневих водах сполуки нікелю перебувають у розчиненому, зв'язаному й колоїдному стані, кількісне співвідношення між якими залежить від властивостей води, температури й значень рН. Сорбентами сполук нікелю можуть бути гідроксид заліза, органічні речовини, високодисперсний карбонат кальцію, глини. Розчинені форми являють комплексні іони, найбільше часто з амінокислотами, гуміновими кислотами, а також у вигляді міцного ціанідного комплексу. Вважається, що вільні іони нікелю (Ni²⁺) приблизно в 2 рази більш токсичні, чим його комплексні сполуки [8]. ГДК становить 0,1 мг/дм³ [15,60].

Значні кількості ртуті надходять у водні об'єкти зі стічними водами підприємств, що виготовляють барвники, пестициди, фармацевтичні препарати, деякі вибухові речовини. У поверхневих водах сполуки ртуті перебувають у розчиненому й зв'язаному станах. Співвідношення між ними залежить від хімічного складу води й значення рН. Зв'язана ртуть являє собою сорбовані сполуки ртуті. Розчиненими формами є недисоційовані молекули, комплексні органічні й мінеральні сполуки.

Сполуки ртуті високо токсичні, вони вражають нервову систему людини, викликають зміни з боку слизової оболонки, порушення рухової функції й секреції шлунково-кишкового тракту, зміни в крові й ін. ГДК ртуті становить 0,0005 мг/дм³ [41,60].

Викиди свинцю пов'язані із стічними водами гірничо-збагачувальних комбінатів, деяких металургійних заводів, хімічних виробництв, шахт і т.д. Свинець перебуває в воді у розчиненому й зв'язаному (сорбованому) стані. У розчиненій формі зустрічається у вигляді мінеральних й органо-мінеральних комплексів, а також простих іонів, у нерозчинній – у вигляді сульфідів, сульфатів і карбонатів. У річкових водах концентрація свинцю коливається від десятих часток до одиниць мікрограмів в 1 дм³.

Свинець – промислова отрута, здатний при несприятливих умовах виявитися причиною отруєння. В організм людини проникає через органи травлення. Виводиться з організму дуже повільно, внаслідок чого накопичується в костях, печінці й нирках. ГДК свинцю становить 0,03 мг/дм³ [59].

Цинк попадає в природні води з стічними водами гірничо-збагачувальних комбінатів та гальванічних цехів, виробництв пергаментного паперу, мінеральних фарб, віскозного волокна й ін. У воді знаходиться в іонній формі або у формі мінеральних й органічних комплексів. Іноді зустрічається в нерозчинній формі: у вигляді гідроксиду, карбонату, сульфїду. Цинк ставиться до числа активних мікроелементів, що впливають на ріст і нормальний розвиток організмів. У той же час багато сполук цинку токсичні, насамперед його сульфат і хлорид. ГДК становить 1 мг/дм³ [15].

Джерелами забруднення вод важкими металами служать стічні води гальванічних цехів, підприємств гірничодобувної, чорної й кольорової металургії, машинобудівних заводів. Важкі метали входять до складу добрив і пестицидів і можуть попадати у водойми разом зі стоками із сільськогосподарських угідь.

У водних середовищах метали можуть бути присутні в трьох формах: у формі зв'язаних часток, колоїдів й розчинених сполук. Останні представлені вільними іонами й розчинними комплексними сполуками з органічними і неорганічними лігандами. Великий вплив на вміст цих елементів у воді має гідроліз, який визначає форму знаходження елемента у водних середовищах. Значна частина важких металів переноситься поверхневими водами у зв'язаному стані.

Багато металів утворюють досить міцні комплекси з органікою; ці комплекси є однією з найважливіших форм міграції елементів у природних водах. Більшість органічних комплексів утворюються по хелатному принципу і є достатньо стійкими. Комплекси, утворені ґрунтовими кислотами із солями заліза, алюмінію, титану, урану, ванадію, міді, молібдену й інших важких металів, відносно добре розчинні в умовах нейтрального, слабо кислого і

слабко лужного середовищ. Тому металоорганічні комплекси здатні мігрувати в природних водах на досить значні відстані. Так, хелатні форми Cu, Cd, Hg менш токсичні, ніж вільні іони. Для розуміння факторів, які регулюють концентрацію металу в стічних водах, їх хімічну реакційну здатність, біологічну доступність і токсичність, необхідно знати не тільки вміст, але й частку зв'язаних і вільних форм металів.

Окрім токсичного впливу важких металів на водне середовище відбувається і вплив на гідробіонтів. В організмі гідробіонтів за умов збільшення вмісту металів відбувається ряд фізіологічних змін. Так, наприклад, може інтенсифікуватися синтез специфічного протеїну – металотіонеїну, який зв'язує надлишок металів у організмі та виводить їх з активного метаболізму. Це зумовлює стійкість гідробіонтів до забруднення середовища та накопичення високого вмісту металів у тканинах без порушення гомеостазу [10].

Значне збільшення вмісту важких металів у воді призводить до численних біохімічних, фізіологічних та морфологічних змін в організмі. Оскільки нормальна життєдіяльність риб визначається узгодженою роботою всіх функціональних систем та біохімічних процесів в їх основі, то відхилення від норми в одній з них, викликане токсикантом, може призводити до порушення життєдіяльності цілого організму. Це призводить до зниження видового різноманіття водних екосистем, в яких домінуючими стають види, які характеризуються стійкістю до дії важких металів, що є причиною змін структури популяцій та екосистеми в цілому [1].

Токсична дія підвищеної концентрації важких металів у довкіллі проявляється у першу чергу на стані зябер та шкірних покривів риби. Відбувається зниження дифузної здатності та руйнування респіраторного епітелію зябер, кровотечі, зміни з боку пігментних клітин – хроматофорів, структурні зміни епідермального шару зябер. Шкіра та зябра вкриваються слизом, що перешкоджає нормальному газообміну. В результаті цих змін в організмі риб відбувається нестача кисню та накопичення вуглекислоти [15, 35]. Збільшення вмісту металів в організмі призводить до пригнічення синтезу ферментів та протеїнів, до зменшення розміру еритроцитів, зниженню рН крові,

відмиранню рецепторних клітин бічної лінії, погіршенню роботи інших органів чуття, порушенню функціонування нирок та репродуктивної функції тощо [10].

Внаслідок зазначених причин, підвищення вмісту важких металів призводить до зниження виживання, темпів росту, плодючості, і в кінці кінців, викликає загибель організму. Змінюється вік дозрівання самиць, збільшується ступінь асинхронності дозрівання ооцитів. У самців відмічено зменшення кількості сперматогоніїв та сперматоцитів, порушується сам хід сперматогенезу. Значні аномалії при підвищеному вмісті отрутохімікатів у навколишньому середовищі виявляються у період ембріонального та раннього постембріонального розвитку кісткових риб [15, 67].

За останні 10 років зареєстровано понад 200 випадків масової загибелі риби у водоймах України, де загинуло понад 160 тис. тон риби. Як наслідок хронічного забруднення водойм України є збіднення їх іхтіофауни, зниження уловів та зменшення питомої частки особливо цінних видів [58].

Окрім цього екологічна небезпека важких металів полягає в тому, що вони активно поглинаються фітопланктоном, а після цього передаються людині по харчовому ланцюгу. Такі метали, як ванадій, залізо, кадмій, калій, кальцій, кобальт, магній, марганець, мідь, молібден, натрій, нікель, олово, хром, цинк, є життєво необхідними. Токсичність у відповідних концентраціях для людини проявляють алюміній, барій, берилій, кадмій, мідь, миш'як, нікель, селен, свинець, срібло, стронцій, ртуть, хром. Концентрація елемента має суттєве значення, оскільки кадмій, мідь, миш'як, нікель, селен, хром відносяться до життєво необхідних для організму людини елементів. Для нормального функціонування організму людини потрібне досягнення збалансованого обміну мікроелементів, порушення якого призводить до важких захворювань та отруєнь [25, 1].

Алюміній застосовують у коагулянтах як основний реагент технології питної водопідготовки, у результаті чого він переважно і з'являється у питній воді. Під час гідролізу алюмінію у воді можуть утворюватися різні гідрокомплекси: розчинні і нерозчинні, мономерні і полімерні, органічні й неорганічні. Накопичуючись у тканинах мозку, печінки, нирок, кісток,

алюміній викликає їх функціональні порушення, а також спричиняє порушення в синтезі ряду ферментів, сприяючи видаленню таких біоелементів, як Р, Mg, Са, Na, Fe. Постійне вживання питної води з вмістом алюмінію понад 0,2 мг/л призводить до підвищення вірогідності появи таких захворювань, як енцефалопатія, хвороби Альцгеймера і Паркінсона, анемія, зниження імунної реактивності [67].

Кадмій отримують також як побічний продукт під час рафінування міді, свинцю і цинку. Він використовується для гальванічного покриття, а його сполуки – як барвники (сульфіди, сульфоселеніди кадмію), стабілізатори полівінілхлоридних пластмас (стеарати кадмію). Метал є ліофільним і халькофільним елементом. Він гідролізується за будь-яких значень рН. У питній воді рівень кадмію зазвичай нижчий за 1 мкг/л. В Україні встановлена ГДК кадмію 0,001 мг/л. Всесвітня організація охорони здоров'я для питних вод встановила норму 0,003 мг/л. Середньодобове надходження кадмію в організм людини становить 10–35 мкг. Значна кількість кадмію надходить під час паління. Міжнародна асоціація вивчення раку (МАВР) відносить кадмій до канцерогенів саме в разі інгаляційного надходження. Кадмій має токсичні і кумулятивні властивості. Метал викликає хворобу ітай–ітай, що проявляється в розм'якшенні кісток, кальцифікації і піелонефриті нирок. Оскільки кадмій накопичується в організмі і має тривалий період напіввиведення (10–30 рр.), вживання зараженої води та продуктів протягом тривалого часу може призвести до тих чи інших форм кадмієвої інтоксикації. Мідь широко використовується в електропромисловості, теплоенергетиці і будівництві. Головне джерело надходження міді у природне середовище – стічні води виробництва кольорових металів, машинобудівних, металообробних, текстильних та інших підприємств.

Мідь є одним з незамінних елементів для організму людини. У деяких випадках дефіцит міді за симптомами подібний до хронічної її інтоксикації. Мідь малотоксична для людини, не має кумулятивних властивостей. Зазвичай швидкість поглинання, утримання і виведення міді не призводять до підвищеного її вмісту в організмі. Однак при хворобах, що викликають

порушення цього механізму, тривала абсорбція міді може викликати цироз печінки. Є відомості про вплив міді на метаболізм штучно вигодованих новонароджених. Зафіксовані гострі отруєння людей у разі вживання з питною водою міді у дозах 0,14 мг/кг і вище. Канцерогенні і мутагенні властивості міді не встановлені [5]. Слабка токсичність міді пояснюється її проміжним положенням між м'якими і сильними кислотами за характером утворення зв'язків. Однак мідь гостротоксична для більшості прісних безхребетних. Тому ГДК питної води (європейський стандарт – 0,05, США і СНД – 1,0, ВОЗ – 2,0 мг/л) вища, ніж рибогосподарська ГДК – 0,01 мг/л.

Ртуть широко застосовують в інсектицидах, фунгіцидах, бактерицидах і фармацевтичних препаратах. Оксиди, хлориди і сульфід ртуті застосовуються як каталізатори для виробництва синтетичних полімерів. Ртуть широко використовують у термометрах, барометрах, манометрах, ліквідація яких є головним джерелом надходження ртуті у довкілля. Ртуть та її сполуки надзвичайно токсичні для людини, вони акумулюються в нирках, печінці, головному мозку. Основний орган-мішень для неорганічної ртуті – нирки. Метилртуть вражає переважно центральну нервову систему. Летальна доза ртуті в разі споживання з питною водою становить 75–300 мг/д. Симптоми ртутної інтоксикації – атаксія, пригнічення периферійного сприйняття і рефлекса кінцівок [1].

Цинк у природних умовах зустрічається у вигляді таких мінералів, як цинкова обманка ZnS , смітсоніт $ZnCO_3$, цинкіт ZnO та ін. Найбільше промислове значення мають карбонатні та сульфідні руди цинку. Токсичність цинку для водних рослин змінюється від 0,0075 до 50 мг/л. Для багатьох видів риб вона надто істотно залежить від температури навколишнього водного середовища. Цинк життєво необхідний для ссавців, бо він бере участь у біосинтезі нуклеїнових кислот, РНК- і ДНК- полімераз. Установлено, що цинк – обов'язковий складник ферменту крові, карбоангідрази. Цей фермент міститься в еритроцитах. Токсичність цинку для людини залежить від його синергізму або антагонізму з іншими важкими металами, особливо з кадмієм. Підвищена акумуляція важких металів може призводити до дефіциту цинку в організмі

людини, що виявляється у пригніченні ферментної активності, а також в уповільненому заживанні ран. Небезпеку гострого інгаляційного отруєння являють аерозоль металевого цинку, його оксиди і хлориди, що викликають литійну пропасницю, а також нудоту, рвоту, хронічну пневмонію [15].

Підвищення концентрації важких металів у природних водах часто пов'язане з іншими видами забруднення, наприклад, із закисленням. Випадання кислотних опадів сприяє зниженню значення рН і переходу металів із сорбованого на мінеральних й органічних речовинах стану у вільний. Таким чином, можна відмітити, що у водоймах, які знаходяться під сильним антропогенним пресом, відбуваються серйозні зміни у щільності, різноманітності, групової структури видового складу іхтіофауни. Певні види вже зникли, чисельність інших катастрофічно знижується. Далі важкі метали переходять по ланцюгу живлення до людини і там спричиняють негативну дію [39, 68]. Отже, важкі метали, потрапляючи у воду, здійснюють не лише деградацію водного середовища, а й переходять по трофічних ланцюгах.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика бази досліджень

Теоретичною базою дослідження вмісту важких металів у річці Соб є вивчення характеру та причин надходження токсичної кількості важких металів. Дана складова включає в себе опрацювання наукових робіт вітчизняного та зарубіжного видавництва даної теми.

Методологічна база включає методи гідрологічних досліджень. Важливе місце в гідрології належить методам польових досліджень. Основними серед них є експедиційний та стаціонарний [10].

Експедиційний метод – це проведення порівняно короткочасних (від декількох днів до кількох років) експедицій на водних об'єктах. Такий метод дослідження дає якісні матеріали й опис вод певних територій з проведенням лише окремих вимірювань (рівня, течії, хвилювання, температури води, льодових явищ тощо).

Стаціонарний метод – це проведення тривалих (багаторічних) спостережень на окремих місцях водних об'єктів – на спеціальних гідрологічних станціях та постах за спеціальними програмами. Стаціонарні спостереження ведуться безперервно з року в рік і дають цінний матеріал для складання довідників, водного кадастру, гідрологічних прогнозів, проведення гідрологічних розрахунків та вирішення інших теоретичних і практичних задач.

Останнім часом стали застосовувати дистанційні методи спостереження і вимірювання за допомогою локаторів, аерокосмічні зйомки і спостереження, автоматичні реєструючі системи (автоматичні гідрологічні пости на річках, буйкові станції в океанах).

В гідрології використовується й експериментальний метод дослідження. Розрізняють експерименти в лабораторії і експерименти у природі. У першому випадку явище чи процес відтворюється у лабораторних умовах, а в іншому – спостереження проводяться в природних умовах. Так, у лабораторіях вивчають рух води й наносів при різних похилах, руслові процеси, хімічні властивості води тощо. В польових умовах на спеціально обладнаних експериментальних майданчиках або невеликих водозборах вивчають формування стоку, поглинання води ґрунтом, випаровування з водної поверхні й суші [38].

Широко застосовують у гідрології метод математичної статистики й теорії ймовірності. За допомогою цих методів можна отримати ймовірні крайні значення елементів водного режиму, визначити ступінь ймовірності очікування цих величин, встановити типові риси режиму для водотоку певних територій [10, 38].

Завершальним етапом гідрологічних досліджень є теоретичне узагальнення і аналіз. Теоретичні методи в гідрології базуються на використанні законів фізики і на географічних закономірностях просторово-часових змін гідрологічних характеристик [10]. Серед цих методів в останній час на перший план виходять методи математичного моделювання, системного аналізу, гідролого-географічних узагальнень включаючи гідрологічне районування і картографування, геоінформаційні системи.

2.2. Природно-кліматична характеристика району

Дослідження річки Соб проводились протягом 2016-2017 років в межах смт. Дашів Іллінецького району. Досліджувався вміст важких металів у воді річки внаслідок антропогенного та природнього впливу.

Дашів – селище міського типу Іллінецького району Вінницької області. Селище засноване у 1420 році і займає територію 7,54 км², де мешкає 3928 жителів. Відстань до районного центру (м. Іллінці) 21 км, а до обласного центру (м. Вінниця) – 85 км (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Географічне розміщення селища Дашів [18]

Селище знаходиться на Волинсько-Подільському кристалічному масиві та на частині древнього Сарматського моря. Тому по всій території у великій кількості зустрічаються кристалічні породи – граніт, гнейс, пісковик, а з осадових порід – різноманітні глини. Рельєф місцевості підприємства рівнинний, адже знаходиться в межах Придніпровської височини. Мікрорельєф досить розвинений, що часто спричиняє утворення на полях господарства численних блюдець та місцеве вимокання озимих зернових культур. Рельєф території – слабохвиляста рівнина з незначними відкритими пониженнями. Рельєф поверхні впливає на розподіл опадів та нагрівання ґрунту, що, в свою чергу, відбивається на розвитку рослин. Ґрунтові води залягають на глибині 2-2,5 м, тому у вологі роки по капілярам досягають верхніх горизонтів ґрунту, а в посушливі роки рівень ґрунтових вод знижується, внаслідок чого погіршується повітряно-водний режим ґрунтів. Найбільшу частину земель землекористування займають чорноземи типові глибокі (70%) і сірі лісові опідзолені (30%) з переважаючим легкосуглинковим механічним складом.

Вміст гумусу у чорноземі типовому – 4,5-5,5%, а в сірому лісовому гумусність менша і складає 1,5-2,5%. Ґрунти господарства характеризуються переважно високим ступенем забезпеченості рухомим фосфором і калієм, при цьому переважають ґрунти з кислою та нейтральною реакцією ґрунтового розчину [18, 23].

За сумою середньодобових температур за період з температурою вище 10° і гідротермічному коефіцієнту, як показнику вологозабезпеченості за той же період, територія Іллінецького району відноситься до другого агрокліматичного району. За багаторічними даними кліматичні показники цього агрокліматичного району в середньому за рік становлять:

- сума позитивних температур (вище 10°) – 2671° – 2780°;
- тривалість безморозного періоду – 141 – 147 днів;
- середньорічна температура – 6,7° – 7,0°;
- тривалість вегетаційного періоду – 199 – 205 днів;
- сума опадів за рік – 534 – 540 мм;
- сума опадів за вегетаційний період – 369 – 425 мм;
- сума ефективних температур (вище +5°) за період вегетації – 1949° – 2059°.

Гідротермічний коефіцієнт (сума опадів за період з температурою вище 10° поділена на зменшену в десять разів суму температур за цей же період) становить 1,7. Середні запаси продуктивної вологи в 0- 20 см шарі ґрунту, під час сівби озимих культур становить 25 – 40 мм [19].

Досить велику кількість представників має флора і фауна селища Дашів. Ліси належать до типу середньоєвропейських лісів. Основу лісової рослинності становить граб, а до звичайних тутешніх дерев належать: дуб, ясен, липа, клен, явір, берест, осика, тополя, дика груша, дика яблуня, черемха, черешня. На території дуже різноманітна фауна: водиться багато як лісових звірів (лосі, олені, дикі свині, бобри, вовки, лиси, кози, їжаки, борсуки, зайці), так і степових (гризуни) та водяних (норка, видра). Багато водяного, болотяного, лісового й степового птаства (дикі гуси й качки, черногуз, чапля, журавель, голуби, перепелиця), бджоли в липових лісах, а в річках і озерах – розмаїття

риби (короп, лящ, сом, короп) [17].

Промислова розробка з виявлених родовищ ведеться в Кальницькому гранітному кар'єрі, потужність якого при стабільній роботі становить 250 тис. м/куб щебеню в рік. Даний кар'єр є одним з найбільшим забруднювачем річки Соб тому, що межує з Дашевом. У селищі проводиться видобуток столової природної води з глибини 104 метрів і дана вода має досить високий попит [50,51].

Селище Дашів займає вигідне географічне положення та розвинену гідрологічну мережу, що є сприятливим для господарської діяльності різних профілів.

2.3. Об'єкти досліджень

Основним об'єктом даної наукової роботи є дослідження річки Соб. Перед початком дослідження ріки спочатку ознайомилися з літературою з гідрографії, гідрології даної місцевості та відповідними картографічними джерелами. Після цього склали план дослідження ріки і визначали методи досліджень за наміченим планом [54]. План дослідження ріки Соб включає такі питання:

1. Гідрографічна характеристика:

- назва ріки, етимологія походження гідроніма;
- головна ріка чи притока (якої ріки; права чи ліва притока);
- довжина ріки і площа басейну;
- місце витоку, опис витоку (джерело, озеро, болото);
- гирло ріки (форма гирла, кількість проток, розміри рукавів);
- яка частина ріки вивчається (верхня, середня, нижня);
- особливості русла (звивистість, острови, плеси, перекати, пороги, водоспади, характер дна, будова берегів);
- ширина русла (середня);
- глибина річки (середня);
- швидкість течії (м/с).

2. Гідрологічні особливості ріки

- умови живлення ріки (грунтові води, дощові, снігові, озерні, болотні);
- витрати води в різні пори року;

3. Характеристика річних рівнів води:

- початок, кінець, тривалість весняної повені; найвищий рівень і час його настання і спаду);
- рівень води під час межені; час настання, тривалість;
- висихання ріки і його причини, тривалість, повторюваність;
- рівень води під час зимової межені, тривалість її, найвищі та найнижчі рівні;
- шкідливі гідрологічні явища (повені, паводки).

4. Якість води:

- прозорість;
- температура;
- придатність води для пиття.

5. Господарське використання ріки:

- судноплавство, зрошення, рибальство;
- мости, греблі та інші гідротехнічні споруди;
- пароми, переправи, броди;
- наявність гідрологічних постів [25].

Гідрологічні обстеження проводилися у польових умовах на березі річки. Основною метою було дослідження основних фізико-хімічних властивостей води річки Соб. Вибрані місця були безпечні (якісний підхід до води, відсутність берегової рослинності, каміння, сильної течії та багнюки).

2.4. Мета, завдання, методика проведення досліджень

З метою дослідження вмісту важких металів у водній екосистемі річки Соб необхідно дослідити територію водозбору з якої надходить поверхневий стік та чинники, які впливають на даний процес і провести дослідження для визначення гідрохімічних показників якості води. Тому мета роботи – провести моніторингові дослідження на визначення вмісту важких металів та дослідити основні джерела антропогенного впливу на площі водозбору річки Соб.

Відповідно до поставленої мети були сформовані основні завдання:

- Аналіз наукових літературних джерел по даній темі дослідження.
- Збір, обробка та аналіз інформації щодо екологічного стану річки Соб.
- Відбір проб води згідно встановленої методики та проведення аналізу води, порівняння даних з ГДК.
- Дослідження води р. Соб на вміст важких металів та порівняння з ГДК.
- Статистична обробка даних щодо вмісту важких металів у р. Соб та їх узагальнення.
- Розробка заходів щодо поліпшення якості води у екосистемі Соб на основі отриманих висновків та наданих рекомендацій.

Відбір проб проведено згідно діючих нормативних документів [9, 22, 32]. Для правильного дослідження водної екосистеми воду відбирали на глибині 0,5–1 м від поверхні водойми, на відстані 1–2 м від берега. Пробу води з глибини відбирали спеціальними батометрами. Відібрані проби води доставили у лабораторії. Фізико-хімічні дослідження необхідно проводити не пізніше ніж через добу після взяття проби, а в окремих випадках (залежно від якості води) у межах 42–72 годин у разі зберігання зразків води у спеціальних термосах з льодом. Після відправки води до лабораторії було оформлено супровідний документ, в якому були зазначені такі відомості:

- номер проби води, рік, місяць, дата і година взяття;
- назва і місце розташування джерела води;
- місце взяття проб і глибину, з якої брали пробу;
- спосіб відбору води, спосіб консервування, якщо проводили;
- відомості про опади і напрям вітру у день взяття проби води;
- температуру води і повітря на час взяття проби води;
- мета аналізу;
- короткий опис санітарного стану водоймища та місцевих умов, які можуть впливати на якість води;
- первинні органолептичні властивості води на момент відбору;
- посада і місце роботи особи, що відбирала пробу води та її підпис.

Визначення концентрації важких металів проводили методом атомно-адсорбційної спектрометрії згідно із вимогами ГОСТів у Випробувальній лабораторії Вінницького національного аграрного університету [54]. Визначали вміст важких металів шляхом пропускання робочого розчину через фільтр «синя стрічка». У конічну колбу на 250 мл наливали 100 мл води і підкислювали азотною кислотою (1:1) до $\text{pH}=2,0$ (капали по одній каплі і перевіряли). Для того, щоб визначити концентрацію важких металів у воді готувати робочі розчини. Здійснювали приготування шкали на свинець (Pb), кадмій (Cd), цинк (Zn) починали з приготування самого основного розчину. Для цього брали ампули МСО РМ – 23 (Pb – 2,0, Cd – 1,0, Zn – 1,0). Зрізали верх та вилили розчин у посуд, з якого відбирали 5 мл цього розчину і переносили в мірну колбу на 100 мл, а потім до мітки доводили 0,1Н HNO_3 та добре перемішали. Саме з цього розчину ми готували шкалу на визначення:

- 1) У мірну колбу на 100 мл відбирали 1 мл основного розчину і до мітки доливали 0,1Н HNO_3 , добре перемішавши. Це і будуть показники, які повинен показати прилад: Pb – 1,0, Cd – 0,5, Zn – 0,5.
- 2) В наступну колбу по 100 мл відбираємо 2 мл основного розчину для визначення Pb, Cd, Zn і до мітки додавали 0,1Н HNO_3 , добре перемішавши. Це будуть показники, які повинен показати прилад: Pb – 2,0, Cd – 1,0, Zn – 1,0.
- 3) Тоді готували шкалу на цинк. Для цього брали мірну колбу на 100 мл відбирали 4 мл основного розчинну і до мітки доливали 0,1Н HNO_3 , добре перемішали. Це буде показник, який повинен показати прилад Zn – 2,0.

Після того, як пропустили воду проводили порівняння шкали із заданими показниками, то перевірили робочі зразки на приладі і визначили концентрацію свинцю, кадмію і цинку. В подальшому ми провели дослідження по визначенні концентрації міді у питній воді.

Приготування шкали на мідь (Cu) починали з приготування самого основного розчину. Для цього брали ампули МСО РМ – 23 (Cu – 1,0). Зрізали верх та вилили розчин у посуд, з якого відбирали 5 мл цього розчину і

переносили в мірну колбу на 50 мл, а потім до мітки доводили 0,1Н HNO₃ та добре перемішали. Саме з цього розчину ми готували шкалу:

- 1) У мірну колбу 100 мл відбирали 0,5 мл основного розчину і до мітки доливали 0,1Н HNO₃ та добре перемішали. Це була шкала Cu – 0,5, яку повинен показати прилад.
- 2) Потім у наступну колбу на 100 мл додавали 1 мл основного розчину і до мітки доливали 0,1Н HNO₃, при цьому добре перемішавши рідину. Це була шкала Cu – 1,0, яку має показати прилад.
- 3) В останню мірну колбу на 100 мл відбирали 2 мл основного розчину і до мітки доливали 0,1Н HNO₃, добре перемішавши. Це буде шкала Cu – 2,0, що маж показати прилад.

Після того, як пропустили шкалу з заданими показниками, перевірили робочі зразки на приладі і визначили концентрацію міді у питній воді. Усі результати досліджень подані у протоколах.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

3.1. Дослідження характеристик водної екосистеми р. Соб

Річка Соб бере свій початок із джерела поблизу селища Ксаверівка на Придніпровській височини. Річка – це ліва притока Південного Бугу, що протікає Тростянецьким, Липовецьким, Іллінецьким та Гайсинськими районами. Довжина річкової екосистеми складає 115 км з площею басейну 2840 км² (рис. 3.1).

Поверхня басейну річки Собу – це підвищене плато, яке зменшує нахил у південно-східному напрямку. Характер рельєфу річки слабохвиляста рівнина, яка розчленована ярами, долинами та балками приток.

Річка Соб має звичне як для рівнинних річок падіння і становить 104,4 м/км з середньоврівноваженим ухилом (0,81 м/км). Долина має ширину

1,5-3 км, схили пологі, проте деякі ділянки круті з виходами кристалічних порід.

Заплава річки двобічна шириною від 100 м, місцями 500 м, вкрита лучною рослинністю. Саме річище помірно розгалужене та звивисте з шириною 15-20 м, місцями пониззя має ширину 100 м. Річка Соб відносно не глибока і коливається у межах 0,2-3 м. Заплава річки у смт. Дашів порівняно широка, проте місцями заболочена, на берегах розвинені лесові а піщані тераси.

Живлення водної екосистеми дощове та снігове. Льодостав спостерігається протягом середини грудня і аж по березень. Стік річки Соб зарегульований на території селища. У смт. Дашів на річці Соб утворено ставок, де проводиться розвиток рибного господарства. Споруджено також греблю та неподалік водяний млин, який функціонує. Заболоченість на даній території незначна і складає 0,8%. На береговій лінії росте очерет та лілія, а також місцями є ділянки з ряскою. З обох сторін річки висаджено посадки дерев з верби та вільхи.

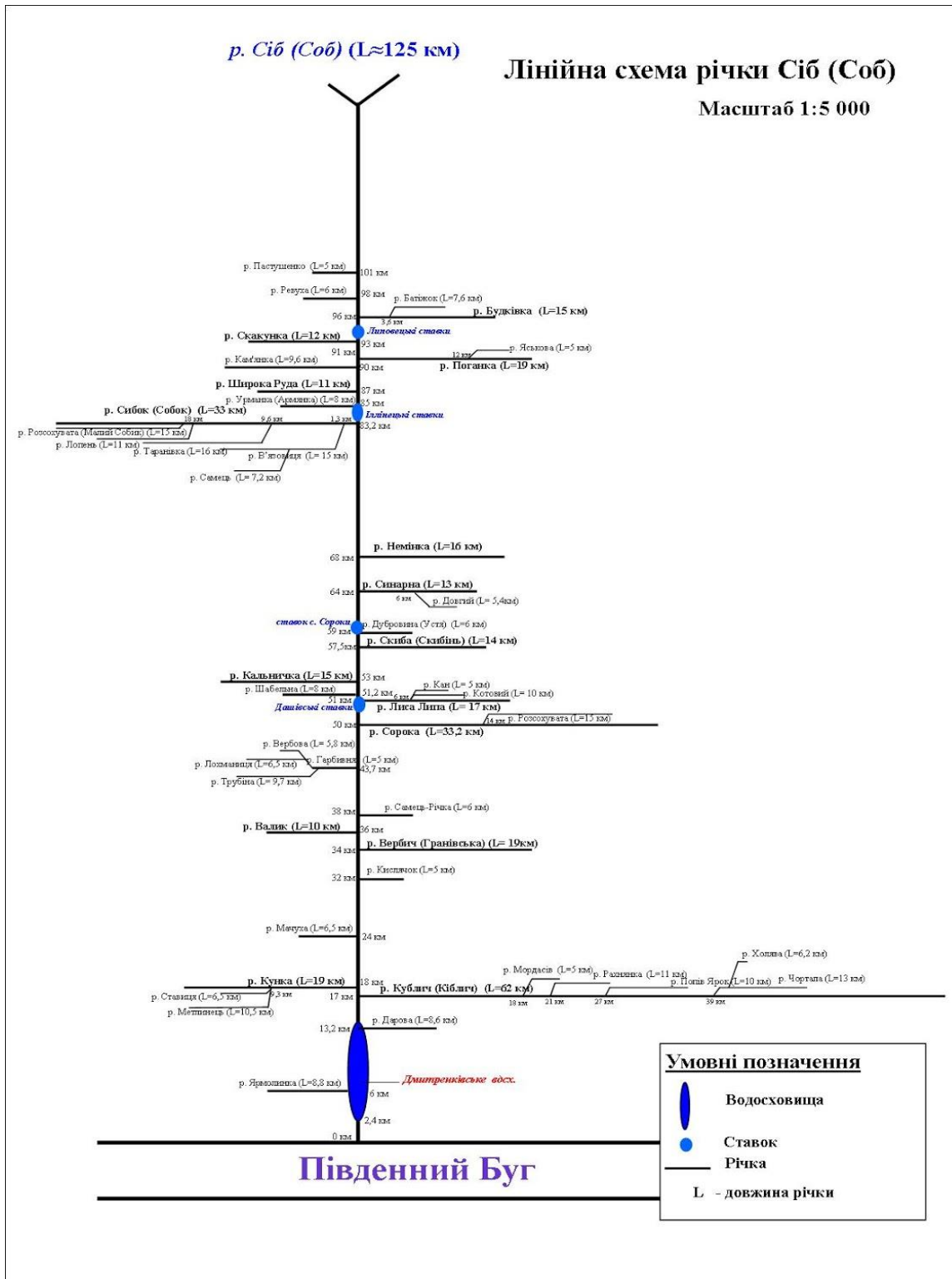
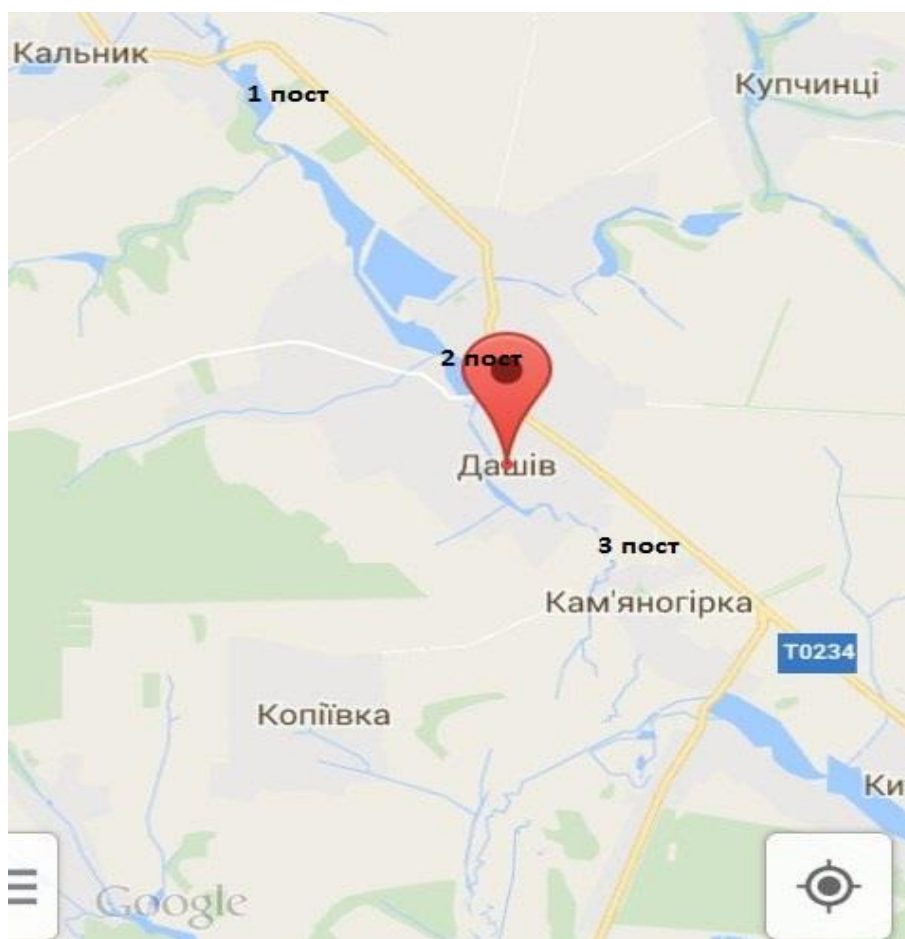


Рис. 3.1. Лінійна схема річки Соб [50]

На границі села Кальник та селища Дашів розташований гранітний кар'єр, який має досить небезпечний техногенний вплив на водну екосистему. Видобуток порід проводиться 200 м від русла річки. При проведенні видобутку граніту в повітря викидається велика кількість пилу та різних токсичних речовин, які мігруючи повітряним потоком потрапляють у водне середовище. В залежності від порід, що видобуваються токсичні елементи можуть утворювати

різні сполуки: оксиди вуглецю, оксиди азоту, метан, сірчистий газ та сірководень. Найбільш небезпечними для водних екосистем є оксиди сірки та азоту, адже вони досить легко розчиняються у воді, утворюючи сірчану та азотну кислоти. Цей негативний процес призводить до підкислення водного середовища і негативний вплив на флору і фауну річки, яка є чутливою до кислої реакції. Накопичення токсичних речовин призводить до подальшої їх міграції та спричиняє негативні наслідки на біосферу в цілому. Тому на границі, де знаходиться гранітний кар'єр ми розмістили перший пост дослідження і проводили спостереження та відбір проб води (рис. 3.2.).



Джерело: власні дослідження

Рис. 3.2. Схема постів відбору проб на річці Соб

В селищі Дашів на річці Соб побудована досить потужна меліоративна система. В даному населеному пункті в річку Соб впадає її ліва притока – Лиса Липа. Населення селища Дашів стверджує, що за останні 50 років ширина русла водойми зменшилася на 3 м, а глибина – на 1,5 м, внаслідок неконтрольованого використання річки. Саме це місце було вибрано у якості другого посту

спостереження, щоб дослідити вплив притоки на вміст важких металів у річці Соб. В центрі селища знаходиться штучна водойма – Дашівський став, який займає площу 20 га. Сам став створений внаслідок будівництва дамби, яка виконує функцію мосту. Після проходження через дамбу вода тече в каньйоноподібній долині, де спостерігається вихід гранітних порід і розміщений третій пост спостереження.

Оцінка якості води р. Соб в межах смт. Дашів здійснювали на основі відбору проб води та аналізу інформації, порівняння отриманих даних ГДК для водойм господарсько-питного користування (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Середньорічні концентрації речовин у Дашівському ставу річки Соб [50]

Показники складу та якості	ГДК	Результати
Розчинений кисень, мг/дм ³	більше 4	1,3
БСК, мг О ₂ /дм ³	6	197,2
ХСК, мг О ₂ /дм ³	30	987,0
Хлориди, мг/дм ³	350	778,3
Амоній, мг/дм ³	2,6	30,7
Феноли, мг/дм ³	0,001	0,0004
Хром, мг/дм ³	0,05	0,04
Марганець, мг/дм ³	0,1	0,01
Нікель, мг/дм ³	0,1	0,01
Мідь, мг/дм ³	1,0	0,5
Кадмій, мг/дм ³	0,001	0,001
Залізо, мг/дм ³	0,3	0,29

Аналіз води в Дашівському ставу річки Соб показали, що антропогенна діяльність селища погіршує хімічні показники води. Вміст розчиненого кисню у воді становить лише 1,3 мг/дм³, що нижче норми на 0,3 рази. Було виявлено перевищення вмісту амонію та хлориду на 11,8 та 2,2 разів відповідно. Хімічне та біологічне споживання кисню перевищує ГДК і становить ХСК 987 мг О₂/дм³ (норма 30 мг О₂/дм³), а показник БСК становив 197,2 мг О₂/дм³

(норма 6 мг O_2 /дм³), що не відповідає вимогам та нормам СанПіН № 4630-88 для господарсько-питного водокористування.

Проаналізуємо детальніше показники речовин, що негативно впливають на стан водойми річки. Визначимо вміст розчиненого кисню у водній екосистемі (рис. 3.1).

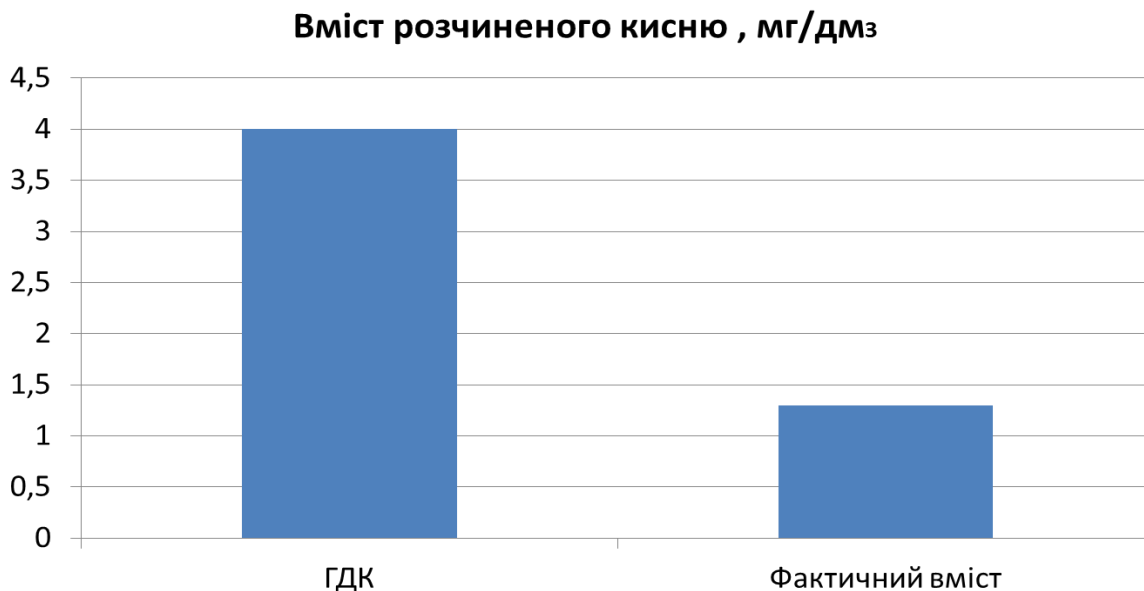


Рис. 3.1. Вміст розчиненого кисню в Дашівському ставку [50]

Аналізуючи даний графік можна зробити висновок, що низький вміст розчиненого кисню є наслідком забрудненої води, адже велика кількість кисню йде на окислення забруднюючих речовин. Основним фактором зниження кисневої насиченості води є скид неочищених та не доочищених стічних вод з підприємств промисловості. Низький вміст розчиненого кисню призводить до зниження біорізноманіття водної екосистеми.

Проаналізуємо біологічне споживання кисню та порівняємо з ГДК для водойм господарсько-питного водопостачання (рис. 3.2).

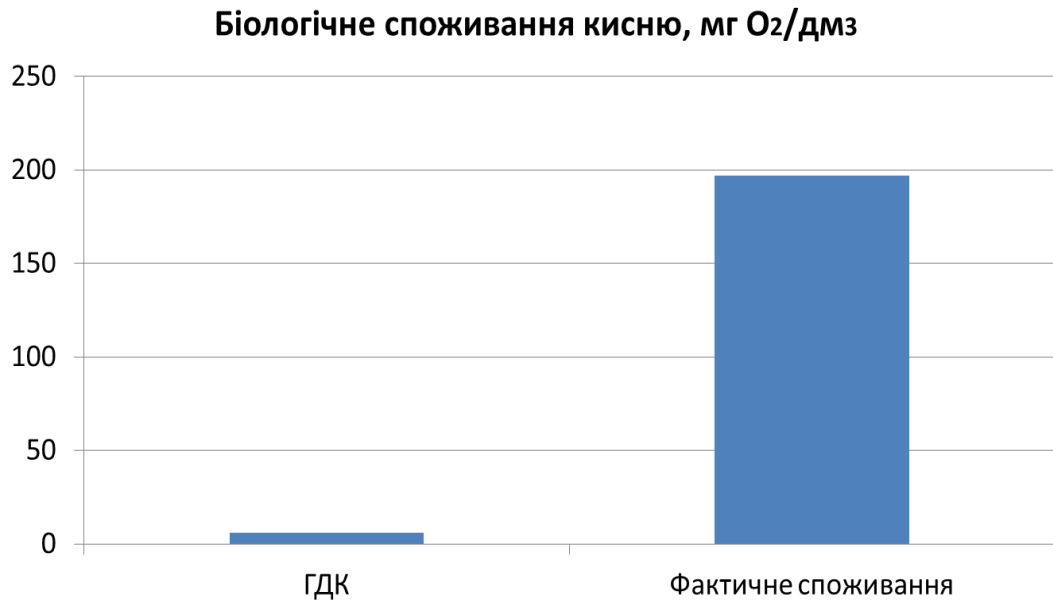


Рис. 3.2. Біологічне споживання кисню в Дашівському ставку [50]

Антропогенна діяльність екосистеми річки Соб призводить до погіршення екологічного стану водойми та негативного впливає на її флору та фауну. Антропогенний вплив сприяє до підвищення евтрофікаційних процесів. З результатів дослідження нами було встановлено, що спостерігається зміна хімічного складу водної екосистеми, поширюються процеси цвітіння, внаслідок скиду неочищених та недоочищених стічних вод.

Зробимо аналіз показників хімічного споживання кисню у Дашівському ставку (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Хімічне споживання кисню в Дашівському ставку [50]

Висока антропогенна діяльність неподалік водойми призводить до високого рівня споживання кисню для розкладу хімічних речовин, що надходять з навколишнього середовища.

Проаналізуємо фактичний вміст хлоридів у водоймі та порівняємо з ГДК для водойм господарсько-питного користування (рис. 3.4).

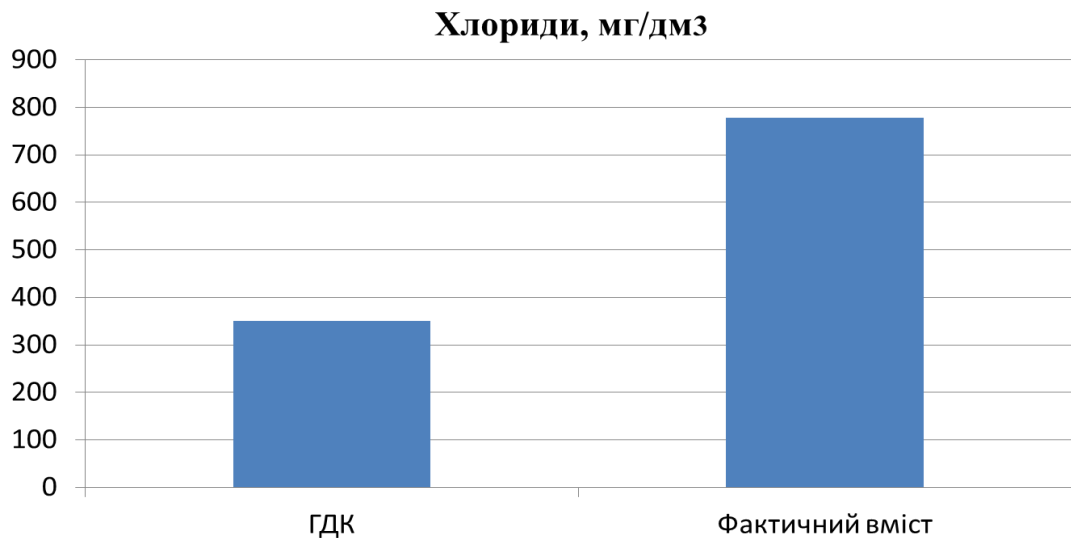


Рис. 3.4. Вміст хлоридів в Дашівському ставку [50]

Аналізуючи даний графік, можна зробити висновок, що високий вміст хлоридів у воді спричинене надходженням промислових стічних вод, а також з дощовими водами, які надходять з сільськогосподарських полів.

Визначимо вміст амонію у воді Дашівського ставка та порівняємо отримані показники з ГДК (рис. 3.5).

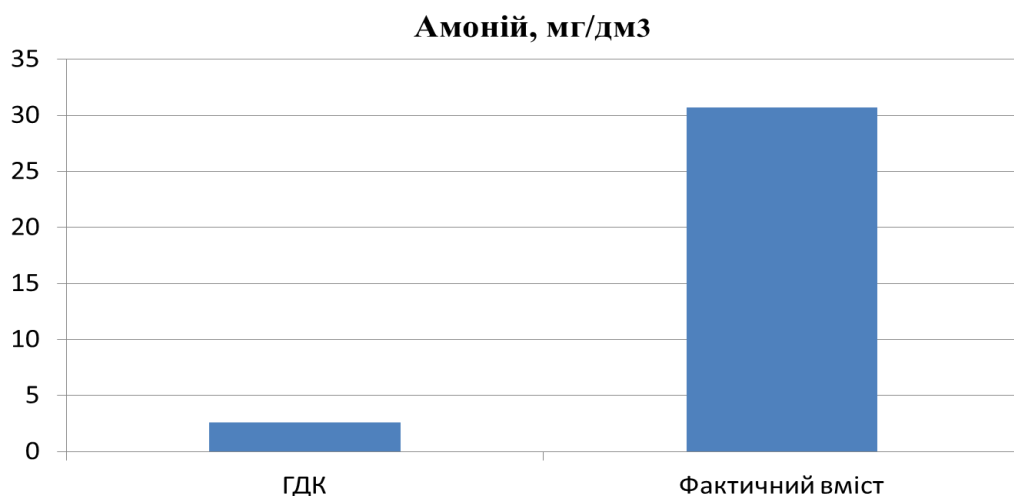


Рис. 3.5. Вміст іонів амонію в Дашівському ставку [50]

Присутність іонів амонію пов'язана з природними та антропогенними процесами. До природних процесів відноситься найбільше період відмирання

фітопланктону, що призводить до біохімічної деградації білкових речовин. Досить висока кількість амонію може надходити у річку з стічними водами від підприємств.

Отже, аналізуючи середньорічні концентрації речовин водойми показують, що якість води у р. Соб перевищує ГДК і спричиняє негативний антропогенний вплив на її флору та фауну, а також порушує власну екологічну рівновагу.

3.2. Аналіз вмісту важких металів річки Соб в межах смт. Дашів

Одною екологічною проблемою гідросфери є забруднення басейнів малих річок, що є найбільш вразливими внаслідок впливу антропогенезу та техногенезу. Особливо небезпечними є важкі метали, які відносяться до класу консервативних забруднюючих речовин. Вони не розкладаються при міграції по різних трофічних ланцюгах гідрологічних екосистемах, мають високу мутагенну та токсичну дію, а також значно знижують інтенсивність біохімічних процесів у воді. На даний час вони мають високу стійкість у довкіллі та біологічну активність у водному середовищі.

Джерелами забруднення річки Соб важкими металами є стічні води підприємства видобування граніту у с. Кальник. Потрапляючи у воду, відбувається міграція їх по всій водоймі у межах смт. Дашів. Також важкі метали у значній кількості входять до складу мінеральних добрив і пестицидів та потрапляють у річку зі стічними водами із сільськогосподарських угідь.

У водному середовищі метали можуть бути представлені в трьох формах: розчинені сполуки, завішені речовини і колоїди. Розчинені сполуки в основному утворюють комплекси з іншими хімічними речовинами, тому залежно від сполук можуть ставати більш токсичними. Найбільш стійкими і токсичними є важкі метали, що утворюють стійкі хелатні комплекси з органічними речовинами. Комплекси важких металів з ґрунтовими кислотами добре розчиняються в умовах слабо кислого та лужного середовища, тому металоорганічні сполуки здатні мігрувати на численні відстані. Для того, щоб зрозуміти фактори, які регулюють концентрацію важких металів у стічних

водах, їх токсичність, біологічну доступність та хімічну реакційну здатність, необхідно знати частку зв'язаних та вільних форм металів.

Дослідження води річки Соб на вміст важких металів проводили в лабораторії ВНАУ, яка оснащена сучасним випробувальним обладнанням. Проби відбиралися відповідно усіх вимог та транспортовані до лабораторії. Отримані результати дослідження води р. Соб зображені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

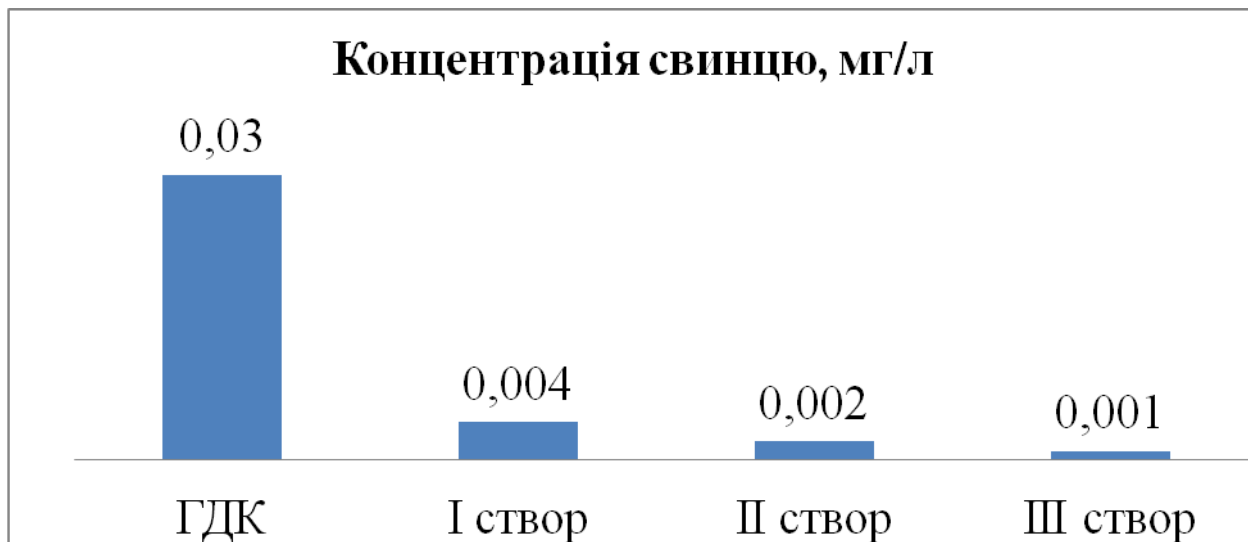
Вміст важких металів у р. Соб в межах смт. Дашів

Місце відбору води	Мг на 1 л			
	свинець ГДК 0,03	кадмій ГДК 0,001	мідь ГДК 1,0	цинк ГДК 1,0
I створ	0,004	0	0,015	0,06
II створ	0,002	0	0,012	0,042
III створ	0,001	0	0,008	0,036

Джерело: власні дослідження

Дослідження води водної екосистеми Соб показали, що кадмій не присутній у воді, а свинець, мідь та цинк наявні у допустимих граничних концентраціях. Найвищі показники важких металів виявлені у I створі, який знаходиться нижче гранітного кар'єру, а найвищі показники – на III створі, який розташований на витоці річки з смт. Дашів.

Для детального аналізу вмісту важких металів у річці Соб проведемо окрему характеристику кожного наявного елемента. Основним джерелом надходження свинцю – це вихлопні гази автомобілів та міграція свинцю з ґрунту по водоносних горизонтах. На рис. 3.6 зображена концентрація свинцю на різних створах р. Соб.

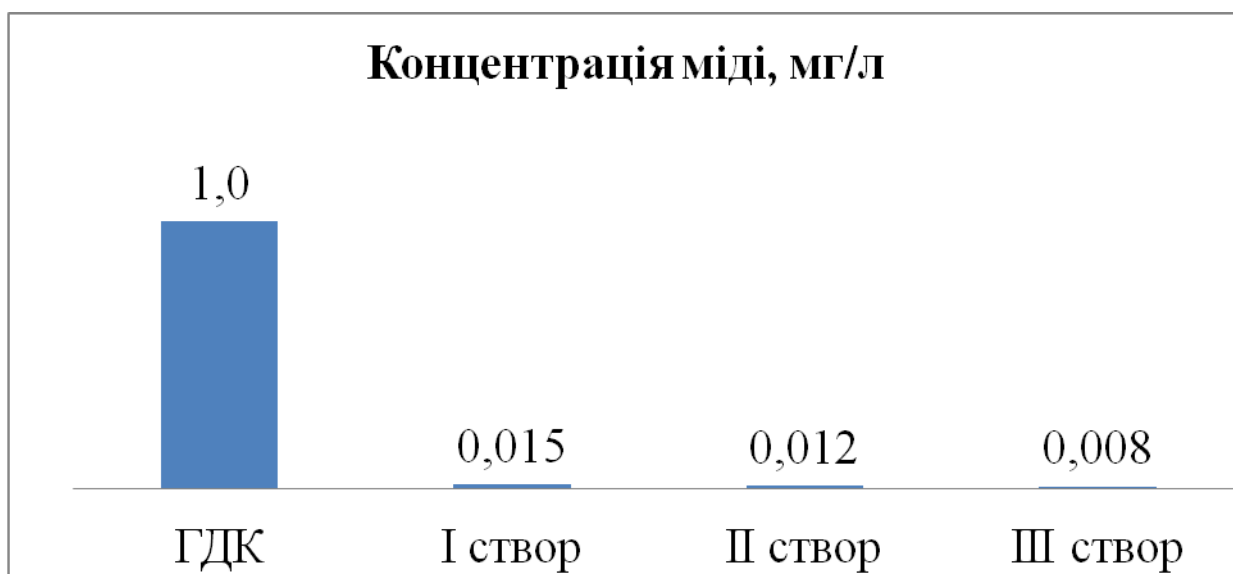


Джерело: власні дослідження

Рис. 3.6. Вміст свинцю у водній екосистемі Соб

У річці Соб не виявлено перевищень ГДК даного елемента, проте найбільша його кількість знаходиться у I створі, що у 2 рази перевищує концентрацію на II створі і в 4 рази – на III створі. Це пов'язано з тим, що неподалік місця відбору проб знаходиться гранітний кар'єр, де кожного дня знаходиться велике скупчення транспорту по видобутку та транспортуванні сировини.

Проведемо аналіз вмісту міді на дослідних ділянках річки Соб та визначимо основні джерела забруднення водойми важких металом (рис. 3.7).



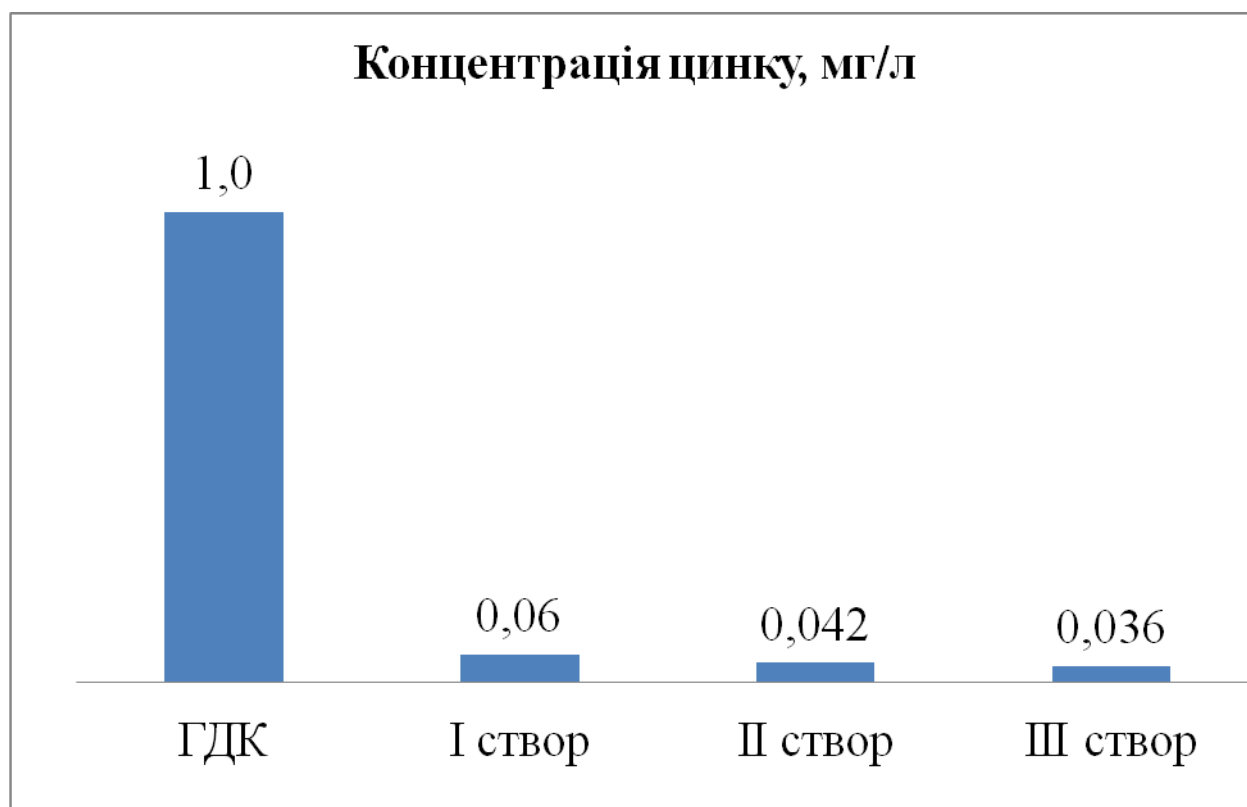
Джерело: власні дослідження

Рис. 3.7. Вміст міді у воді річки Соб

Основним джерелом надходження міді у річки є відмивання органічних

речовин у товщі води, а також міграція органічних речовин з прилеглих територій. Концентрація міді у поверхневих водах річок залежать від рН водного середовища та наявності розчинених органічних речовин, а також завислих частинок мінерального та органічного складу. Певна частина міді у водоймах адсорбується на глинистих мінеральних частинках та протягом деякого часу осідає на дно. Концентрація міді у водоймі не перевищує ГДК і знаходиться у межах фонових концентрацій. Найбільший вміст спостерігається у I створі і складає 0,015 мг/л, що у 1,3 рази більша, чим на II створі та у 1,9 разів, чим на III створі. Порівнюючи отриманні дані можна зробити висновок, що найбільше міді надходить у воду, внаслідок діяльності видобутку копалин.

Проаналізуємо вміст цинку в усіх відібраних пробах та порівняємо з гранично допустимими концентраціями для водойм у межах населеного пункту (рис. 3.7).



Джерело: власні дослідження

Рис. 3.7. Вміст цинку у водоймі Соб

Вміст цинку у воді річки Соб не перевищував значень ГДК. Оскільки цинк – це біогенний метал, то можна передбачити його швидше засвоєння фітогідробіонтами річки при настанні вегетаційного періоду. Саме іони цього

металу беруть участь у реакціях фотосинтезу, тому відбувається постійне його вилучення водними рослинами. Концентрація цинку в I створі у 1,4 рази більша, ніж на II створі та у 1,6 разів – ніж на III створі.

Отже, детальніше проаналізувавши вміст наявних важких металів у водній екосистемі річки Соб можна зробити висновок, що перевищень ГДК не виявлено, проте встановлено більший антропогенний вплив на I створі, що знаходиться нижче Кальницького гранітного кар'єру. Діяльність даного підприємства спричиняє збільшення вмісту важких металів у воді, тому необхідно прийняти міри зменшення антропогенного впливу на екосистему Соб.

РОЗДІЛ 4

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ОБГРУНТУВАННЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

РІЧКИ СОБ

Забруднення водної екосистеми Соб викликане в основному при скиданні неочищених або не доочищених побутових чи промислових вод, що призводить до перевищення граничних концентрацій. В очищенні води, забрудненої органічними речовинами, надзвичайно велика роль належить живим організмам, особливо, бактеріям [38]. Проте, суттєвих успіхів в очистці води можна досягти за умови використання не лише бактерій, а максимально широкого кола гідробіонтів-очисників, починаючи з бактерій та водоростей, та закінчуючи хребетними [66], як це має місце в природних гідроценозах.

За результатами дослідження найбільші перевищення становлять по показникам хімічного та біологічного споживання кисню. Для того, щоб зменшити антропогенне навантаження на річку Соб необхідно, щоб підприємства які скидають свої стічні води у водну екосистему поставили фільтри очистки. Основним підприємством, що скидає промислові відходи в річку Соб є гранітний кар'єр у с. Кальник, тому ми на базі нього зробимо економічне обґрунтування установа біоковеерної технології відновлення якості води промислових скидів.

Розроблені фізико-хімічні та біологічні способи очищення стоків нездатні забезпечити ефективно та економічно раціональне очищення стічної води [25, 42]. Найголовнішою причиною цього є те, що задіяні способи очистки розраховані переважно на побутові стоки. На сьогодні в побутові стоки скидаються індустріальні, які містять ксенобіотики, зокрема, іони важких металів, феноли, поверхнево активні речовини. Ці токсичні речовини викликають спухання активного мулу біологічних очисних споруд, уворення піни в стоках і винесення з потоком стічної води активного мулу, що очищає ці стоки. Все це спостерігається на більшості каналізаційних очисних споруд.

Ми переконані, що в ситуації, яка склалася, досягти успіху можна лише при використанні біоконвеерних технологій (рис. 4.1). Теоретичними основами біоконвеера є те, що спостерігається просторова сукцесія мікроорганізмів в очищенні води від розчинених в ній органічних речовин та використовується трофічний ланцюг гідробіонтів в очищенні води від завислих органічних речовин [7].



Рис. 4.1. Графічне зображення біоконвеєра [7]

Нові прямоточні біотехнології очищення води – біоконвеєри базуються на послідовному використанні селекціонованих анаеробних і аеробних асоціацій бактерій; формуванні близьких до природних гідроценозів, які включають широкий спектр гідробіонтів – від найпростіших до слимаків, риб та вищих водних рослин. В Інституті створено неперевершений за технологічними якостями волокнистий носій «ВІА» для іммобілізації мікроорганізмів і трофічного утримування інших гідробіонтів в очисних спорудах, що забезпечує бажану ступінь очищення будь-яких стічних чи природних вод. Основними принципами біоконвеєра є прямоточність води, яка очищується та максимальна різноманітність гідробіонтів в очисних спорудах.

Переваги біоконвеєра:

- здатність очищувати будь-які, навіть надзвичайно токсичні, води від різнорідних розчинених у воді органічних речовин та іонів важких металів;
- можливість відновлення якості використаної води;
- практична відсутність надлишкового мулу (біомаси), а тому немає проблем з біологічними осадами;
- екологічна бездоганність;
- економічна раціональність.

Основним недоліком біоконвеєрної технології очищення стічних вод є те, що вони досить дорогими. Дана технологія має потужність очищення 5-10 л/с. Вартість проектних робіт установлення біоконвеєрних технологій зображена у таблиці 4.1.

Розподіл капітальних вкладень по установленні біоконвеєрних технологій

[7]

Вид робіт	Вартість, тис. грн
Робоча документація	22
Монтажний комплект	48,3
Будівельні роботи (орієнтовно)	45
Монтажні роботи	15
РАЗОМ	130,3

Отже, встановлення біоконвеєрної технології очистки стічних є досить високо затратною, проте таке підприємство, як гранітний кар'єр має змогу установити дане устаткування і зменшити негативний вплив на екосистему річки.

При очищенні побутових стічних вод біоконвеєри дають можливість:

- збільшити продуктивність традиційних очисних споруд в 1,5-1,8 разів;
- покращити якість очищеної води в 5-10 разів;
- зменшити експлуатаційні енерговитрати в 3-4 рази;
- відновити якість вживаної води до показників: ХПК – 15-20 мг/дм³, БПК – 2-3 мг/дм³ та завислі речовини – до 2 мг/дм³;
- очищати будь-які, в тому числі гранично отруйні, стічні води від ксенобіотиків та інших органічних речовин, іонів важких металів до заданого ступеня чистоти;
- збирати і розкладати (мінералізувати) нафтопродукти спеціально селекціонованими азотфіксуючими бактеріями, іммобілізованими на волокнистих носіях «ВІЯ», прикріплених до плаваючих пристроїв, що швидко, легко і надійно монтуються і працюють в потібному місці водойми;
- замінити хімічну реагентну (біоцидну) обробку оборотних вод гранично дешевим, безреагентним, екологічно бездоганим біологічним методом запобігання біообростанню (наприклад, теплообмінників) [7].

В найближчі роки тільки за допомогою біоконвеєрної технології можна

вирішити проблему захисту довкілля, зокрема, попередження забруднення поверхневих вод і стічними водами та забезпечення населення інфекційно менш небезпечною, хімічно менш шкідливою, біологічно більш повноцінною питною водою.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ НА КАЛЬНИЦЬКОМУ ГРАНІТНОМУ КАР'ЄРІ

5.1. Навчання з питань охорони праці на гранітному кар'єрі

Навчання, перевірка знань та проведення інструктажів з питань охорони праці організовується для всіх працівників при прийнятті на роботу та в процесі роботи, в тому числі при переведенні працівників на іншу роботу на тому ж підприємстві.

Порядок та види навчання, інструктажів, порядок перевірки знань з питань охорони праці всіх працівників регламентуються чинними нормативними документами органів державного нагляду за охороною праці – Держнаглядохоронпраці, санепіднагляду, держпожнадзора [6].

Вивчення основ охорони праці проводиться в усіх закладах освіти за програмами, погодженими з Держнаглядом охорони праці. Заклади освіти формують знання, навички з безпеки праці, відповідальне ставлення до охорони життя та здоров'я людей на виробництві. Особлива увага при цьому приділяється професіям, що пов'язані з роботою в небезпечних та шкідливих умовах.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці діляться на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж з питань охорони праці проводиться з: усіма працівниками, що наймаються на постійну роботу чи тимчасову незалежно від освіти, стажу роботи, посади; особами, які вперше прибули у відрядження на підприємство, в тому числі з водіями інших підприємств; учнями та студентами, що прибули на практику; учнями та студентами перед початком лабораторних робіт, роботи в навчальних майстернях тощо.

Первинний інструктаж проводиться з новоприйнятими працівниками на робочому місці до початку роботи, працівниками, переведеними з іншого цеху або при виконанні нової роботи, відрядженими на це підприємство працівниками, які беруть безпосередню участь у виробничому процесі, студентами, що прибули на практику, та інженерно-технічними працівниками, які безпосередньо беруть участь у виробничому процесі.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці з усіма працівниками: при роботах з підвищеною небезпекою один раз на квартал, на інших роботах – один раз на півріччя. Повторний інструктаж проводиться за програмою первинного інструктажу.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці у разі введення нових правил або внесення в них змін; при зміні технології чи устаткування; при порушенні працівником правил безпеки; на вимогу працівників державного нагляду, якщо виявлено недостатнє знання правил безпеки; при перерві у роботі понад 30 днів для працюючих з підвищеною небезпекою; для решти робіт – при перерві понад 60 днів. Такий інструктаж може проводитися індивідуально або з групою працівників одного фаху.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками перед виконанням разових – робіт, що не пов'язані з безпосередніми функціональними обов'язками працівників, робіт по ліквідації наслідків аварій та робіт, для виконання яких оформляється наряд – допуск.

Усі інструктажі, крім вступного, повинен проводити безпосередній керівник робіт з наступним опитуванням проінструктованого та відповідним записом у спеціальний журнал, в якому розписуються той, хто проводив інструктаж, і той, кого інструкту[30].

Посадові особи проходять попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці на початку виконання своїх обов'язків, а також періодично, один раз на три роки, проходять навчання з питань охорони праці, техногенної безпеки та надзвичайних ситуацій на виробництві.

5.2. Створення сприятливих санітарно-гігієнічних умов праці при веденні гірничих робіт

Рудникове повітря – суміш газів та парів, які заповнюють гірничі виробки. Якщо склад рудникового повітря зовсім або майже не відрізняється від атмосферного, він називається свіжим, а якщо в його сполучі відбулися значні зміни – зіпсованим [43].

При русі повітря по гірничим виробкам склад його змінюється: зміст кисню зменшується, вуглекислого газу збільшується; приєднуються різні гази (метан, азот, окис вуглецю, сірководень, сірчистий газ, водень), пари, пил. Змінюються фізичні властивості повітря – вологість, температура, щільність, і тиск.

Вміст кисню в повітрі виробок, у яких знаходяться або можуть знаходитися люди, повинне складати не менш 20% (по обсязі). Вміст вуглекислого газу в рудниковому повітрі не повинне перевищувати: на робочих місцях і у вихідних струменях ділянок – 0,5%, у виробленнях з вихідним струменем крила, горизонту і шахти в цілому – 0,75% і при проведенні та відновленні виробок по завалі – 1%.

Для забезпечення нормальних кліматичних умов праці у гірничих виробках, де постійно знаходяться люди, встановлюються припустимі межі

температури повітря в залежності від його відносної вологості і швидкості руху.

У діючих гірничих виробках, де постійно знаходяться люди, швидкість і температура повітря повинні відповідати наступним нормам (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1

Допустимі норми клімату в підземних гірничих виробках [24]

Швидкість руху повітря, м/с	Допустима температура °С при відносній вологості, %		
	менше 75	75-90	понад 90
до 0,25	24	23	22
0,26-0,50	25	24	23
0,51-1,0	26	25	24
1,01 - більше	26	26	25

Забезпечення нормальних кліматичних умов праці в гірничих виробках здійснюється шляхом удосконалювання вентиляції за рахунок:

- збільшення кількості повітря, яке подається в шахту, скорочення шляху його руху від стовбура по якому подається повітря до робочих вибоїв (табл. 5.2)

- зниження відносної вологості повітря, що дозволяє поліпшити тепловідвод від організму людини за рахунок випаровування вологи з поверхні тіла;

- розміщення устаткування, що виділяє тепло (трансформаторів, насосних і акумуляторних станцій), на горизонтах і у виробках, по яких направляється вихідний струмінь повітря [24].

Таблиця 5.2

Допустима швидкість руху повітря в гірничих виробках [24]

Гірничі виробки	Максимальна швидкість повітря, м/с
Стовбури для спуску і підйому тільки вантажів	13
Стовбури для спуску і підйому людей і вантажів, квершлагги, головні відкаточні і вентиляційні шреки	8

Всі інші гірничі виробки, проведені по вугіллю і породі	6
Простір біля забійних очисних і тупикових виробок	4

Заходи обмеження несприятливої дії рудникового повітря є комплексними і включає заходи соціально-правового, медико-санітарного, інженерно-технічного та організаційного характеру.

5.3. План ліквідації надзвичайних ситуацій при гірничо-видобувних роботах

Згідно з діючими вимогами безпеки на усіх діючих шахтах, рудниках, кар'єрах, вугільних розрізах, збагачувальних фабриках, інших об'єктах гірництва, технологічні процеси яких пов'язані з можливими вибухами, пожежами, іншими аварійними ситуаціями, небезпечними для життя і здоров'я працівників та довкілля, повинен бути складений і затверджений керівником підприємства, план ліквідації аварій (ПЛА) [43].

ПЛА – це документ, що передбачає заходи щодо рятування людей, ліквідації аварій в початковий періодах розвитку, а також визначає обов'язки інженерно-технічних працівників підприємства і підрозділів ДВГРС при виникненні аварії [6].

Перші дії з ліквідації аварії та надання допомоги потерпілим виконуються негайно після виявлення її ознак людьми або засобами аварійної сигналізації. Головний інженер або гірничий диспетчер (начальник зміни) після одержання першого повідомлення про виникнення аварії негайно починає виконувати заходи, передбачені ПЛА, і контролює їх виконання. Не допускаються з будь-яких причин затримки виконання заходів ПЛА.

В ПЛА повинні передбачатися: усі можливі аварії та ситуації, небезпечні для життя людей (пожежі, вибухи, зсуви, затоплення, прорив греблі, зрив з якорів та ін.); заходи з рятування людей, яких аварія захопила в гірничих виробках, на дразі або земснаряді; заходи з ліквідації аварій, а також дії інженерно-технічних працівників і робітників при виникненні аварій; місця знаходження засобів для рятування людей і ліквідації аварій. ПЛА щорічно

складається або переглядається головним інженером кар'єру, технічним керівником драги або земснаряда та начальником пожежної частини і затверджується технічним керівником підприємства за 15 днів до початку наступного року (сезону роботи).

ПЛА повинен містити оперативну частину, розподіл обов'язків між окремими особами, які беруть участь у ліквідації аварій, список посадових осіб і установ, яких необхідно негайно повідомити про аварію.

До оперативної частини ПЛА, який складається за формою на підприємствах з відкритої розробки корисних копалин і їх переробних комплексах додаються такі документи:

- плани і схеми гірничих робіт кар'єрів, розрізів, схеми допоміжних дренажних, транспортних та інших поверхневих і підземних виробок (за їх наявності);

- схеми транспортних і енергетичних комунікацій на відкритих гірничих роботах;

- схеми протипожежного трубопроводу, місця розташування інших засобів пожежогасіння;

- суміщені плани відкритих і підземних гірничих робіт при комбінованій розробці родовищ – відкритій та підземній;

- поетажні плани з розташуванням технологічного устаткування, схем енергопостачання, розташування засобів пожежогасіння, схем вентиляційних систем і евакуаційних виходів на гірничопереробних підприємствах та інших допоміжних об'єктах гірничодобувних підприємств – складах вибухових матеріалів, компресорних тощо;

- для драг і земснарядів: попалубна схема драги і земснаряда чи іншого об'єкта з нанесенням розташування основного устаткування та виходів;

- схеми протипожежного водопроводу, електропостачання, аварійного освітлення, схеми розташування водонепроникних перебірок, монтажних прорізів.

Оперативною частиною ПЛА повинні бути охоплені усі гірничі роботи на кар'єрі і усі види можливих аварій на дразі або земснаряді, які можуть загрожувати безпеці людей. В ній повинні бути передбачені:

а) способи оповіщення про аварію працюючих на усіх виробничих дільницях; шляхи виходу людей з аварійних місць; дії інженерно-технічних працівників, що відповідають за виведення людей;

б) використання транспорту для швидкого виведення людей з аварійної дільниці та пересування до місця аварії;

в) призначення осіб, які відповідають за виконання окремих заходів і розстановка постів безпеки;

г) необхідність та послідовність припинення подачі електроенергії на аварійну дільницю;

д) вентиляційні режими кар'єрів, розрізів, підземних виробок інших об'єктів при аваріях залежно від місця їх виникнення;

є) методи та засоби рятування людей при пожежах, загазуванні кар'єрів, зсувах, затопленні, перекиданні драги, земснаряда, прориву греблі, дамб тощо.

Вивчення ПЛА інженерно-технічними працівниками об'єкта контролюється його керівником і здійснюється до початку року. Ознайомлення робітників з правилами особистої поведінки під час аварії відповідно до ПЛА повинно проводитись начальником дільниці під розпис у «Журналі реєстрації ознайомлення робітників з запасними виходами» до початку введення в дію ПЛА. Повторне ознайомлення їх з ПЛА проводиться перед початком кожного півріччя. Забороняється допускати до роботи осіб, не ознайомлених з ПЛА, і які не знають його в частині, що відноситься до місця їх роботи.

Розподіл обов'язків між окремими особами, які беруть участь у ліквідації аварій, і порядок їх дій є важливою складовою частиною ПЛА, що забезпечує координацію робіт з ліквідації аварії.

Відповідальний керівник робіт з ліквідації аварії (головний інженер, технічний керівник драги, земснаряда) негайно приступає до виконання заходів, передбачених оперативною частиною ПЛА; перевіряє, чи викликані підрозділи ДВГРС і пожежна команда; виявляє кількість працюючих, яких

захопила аварія; керує роботами згідно з ПЛА; заповнює оперативний журнал; приймає інформацію про хід рятувальних робіт.

Директор і технічний керівник підприємства надають допомогу в ліквідації аварії, не втручаючись в оперативну роботу, виконуючи оперативні завдання відповідального керівника з ліквідації аварії: приймають заходи по доставці в кар'єр, на драгу, земснаряд людей та устаткування, які необхідні для ліквідації аварії, організують медичну допомогу потерпілим.

Головний механік і енергетик підприємства забезпечують безперервну подачу електроенергії, необхідний, згідно з ПЛА, вентиляційний режим при пожежі на об'єктах, вживають заходи щодо забезпечення аварійних робіт додатковим устаткуванням [24].

При веденні рятувальних робіт і ліквідації аварій обов'язковими для виконання є тільки розпорядження відповідального керівника робіт з ліквідації аварії. В необхідних випадках керівник підприємства може взяти на себе керівництво роботами з ліквідації аварії.

ВИСНОВКИ

1. Середньорічні показники якості р. Соб на території Дашівського ставу показують перевищення вмісту БСК, ХСК, амонію та хлориду і низький вміст розчиненого кисню. Вміст розчиненого кисню у воді становить лише 1,3 мг/дм³, що нижче норми на 0,3 рази. Було виявлено перевищення вмісту амонію та хлориду на 11,8 та 2,2 разів, відповідно. Хімічне та біологічне споживання кисню перевищує ГДК і становить ХСК 987 мг О₂/дм³ при нормі 30 мг О₂/дм³), а показник БСК становив 197,2 мг О₂/дм³ при нормі 6 мг О₂/дм³), що не відповідає вимогам та нормам СанПіН № 4630-88 для господарсько-питного водокористування.

2. При дослідженні показників важких металів у річці Соб було встановлено, що якість річкової води відповідає нормативним вимогам. Не було виявлено жодного перевищення ГДК свинцю, міді та цинку, а кадмій відсутній у аналізованих пробах води. Проте найвищі показники важких металів спостерігалися на I створі, що пов'язано з діяльністю гранітного кар'єру, який підсилює фонові концентрації важких металів і спричиняє деградацію водної екосистеми.

3. Дослідження водної екосистеми р. Собу показали, що найбільший антропогенний вплив відбувається внаслідок діяльності Кальницького гранітного кар'єру. Викид газів під час видобутку призводять до збільшення кількості важких металів у воді та підвищення її токсичності .

РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Необхідно встановити нормовані санітарно-захисні смуги для підприємств, що функціонують неподалік річки Соб.
2. Провести екологічну експертизу усіх діючих підприємств і моніторинг екосистем та встановити реальний антропогенний вплив на водну екосистему.
3. Інформувати населення смт. Дашів про екологічний стан водойм та проводити оздоровлення водойми.
4. Використати для покращення екологічної якості води р. Соб біоконвеєрну технологію очистки стічних вод, які потрапляють з підприємств смт. Дашів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антоняк Г.Л. Метали у водних екосистемах та їх вплив на гідробіонтів / Г.Л. Антоняк, Т.В. Багдей, О.І. Першин// Біологія тварин. – 2015. – Т. 17, № 2. – С. 9–24.
2. Боков В.М. Екологічна проблема України: Навчальний посібник з екології / В.М. Боков, О.П. Гаца – К., 2010. – 110 с
3. Василенко О.А. Раціональне використання та охорона водних ресурсів: навч. посіб. / О.А. Василенко, Л.Л. Литвиненко, О.М. Квартенко – Рівне: НУВГП, 2007. – 246 с.
4. Васюкова Г.Т. Екологія: підручник / Г.Т. Васюкова, О.І. Грошева. - К.: Кондор, 2009. – 524 с.
5. Гавриков Ю.С. Водний фонд Вінницької області: Довідник / Ю.С. Гавриков, О.М. Коник. – Вінниця, 2013. – 144 с.
6. Гандзюк М. П. Основи охорони праці: Підручник. 2-е вид. / М. П. Гандзюк, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський. – К.: Каравела, 2004. – 345 с.
7. Гвоздяк П.І. За принципом біоконвеєра. Біотехнологія охорони довкілля / П.І. Гвоздяк // Вісник НАН України. – 2013. – № 3. – С. 29-36.
8. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: [наук. збірник / наук. ред. Хільчевський В.К.]. – К.: Ніка-Центр, 2000. – Т.1. – 248 с.
9. Гідрохімічний довідник. Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу / В.І. Осадчий, Б.Й. Набиванець, Н.М. Осадча, Ю.Б. Набиванець. – К.: Ніка-Центр, 2008. – 656 с.
10. Глазовская М.А. Способность окружающей среды к самоочищению / М.А. Глазовская – М.: Высшая школа, – 2006. – 148 с.
11. Голян В.А. Інституціональне середовище водокористування: сучасний стан та механізми вдосконалення: монографія / В. А. Голян // НАНУ. – Луцьк: Твердиня, 2009. – 592 с.

12. Гончарук В.В. Наука про воду / В.В. Гончарук. – К.: Наук. думка, 2010. – 463 с.
13. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь. – К.: Ніка-Центр, 2012. – 316с.
14. Грицик В.Н. Екологія довкілля. Охорона природи: навчальний посібник / В.Н. Грицик, Ю.П. Канарський, Я.О. Бедрій. – К.: Кондор, 2009. - 292 с.
15. Гуменюк Г.Б. Порівняльна характеристика розподілу важких металів у гідроекосистемах різного типу / Г.Б. Гуменюк // Наук. записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Сер. біол. Спец. вип.: Гідроекологія. – 2010. – № 2 (43). – С. 139–148.
16. Даценко І.І. Гігієна і екологія людини: навч. посіб. / І.І. Даценко. – Л.: Афіша, 2000. – 248 с.
17. Денисик Г.І. Антропогенні ландшафти річища та заплави Південного Бугу: монографія / Г.І. Денисик, О.Д. Лаврик. – Вінниця: «ТД Едельвейс і К», 2014. – 210 с.
18. Денисик Г.І. Географія Вінницької області: пробний навчальний посібник для середньої школи / Г.І. Денисика, Л.Ф. Жовнір. – Вінниця: Гіпаніс, 2004. – 308 с.
19. Денисик Г.І. Поверхневі води: річки та болота // Середнє Побужжя: [монографія] / Г.І.Денисик, О.М. Гусак. За ред. Г.І. Денисика. – Вінниця: Гіпаніс, 2002. – 67 с.
20. Денисов О.О. Сучасний стан поверхневих вод України: методичні підходи та екологічна оцінка Серебрякова / О.О. Денисов, Т.М. Чернявська та ін. – 2006. – №6. – С. 24 – 28.
21. Дорогунцов С.І. Водні ресурси України (проблеми теорії та методології) / С.І. Дорогунцов, М.А. Хвесик, І. Л. Головинський. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2002. – 227 с.
22. ДСТУ ISO 5667-2001 Частина 6. Настанови щодо відбирання проб води з річок ті інших водотоків. Частина 3. Настанови щодо зберігання та поводження з пробами.

23. Екологічний атлас Басейну річки Південний Буг. Ред. Ю.С. Гавриков, Г.Б. Марушевський. – Вінниця. – 2009. – 19 с.
24. Жидецький В.Ц. Охорона праці в галузі гірничо-добувної промисловості / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигерей, О.В. Мельников. – Львів: Афіша, 2000. – 435 с.
25. Заверуха Н.М. Основи екології: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Н.М. Заверуха, В.В. Серебряков, Ю.А. Скиба - К.: Каравела, 2006. – 368 с.
26. Запольский А.К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А.К. Запольский, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін та ін. – К.: Вид-во «Лібра», 2000. – 552 с.
27. Злобін Ю.А. Загальна екологія: навчальний посібник / Ю.А. Злобін, Н.В. Кочубей - Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. – 416 с.
28. Зозуля Ю.П. Сучасне уявлення про хронічний вплив малих доз важких металів на центральну нервову систему / Ю.П. Зозуля // Хронічний вплив малих доз опромінення на нервову систему: експериментальні дослідження та клінічні спостереження / за ред. Ю.П. Зозулі. – К., 2008. – С. 398–415.
29. Караушев А.В. Методические основы оценки и регламентации антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Караушев А.В. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 175 с.
30. Керб Л.П. Основи охорони праці: Навчальний посібник / Л.П. Керб. – К.: КНЕУ, 2003. – 215 с.
31. Кизима Р.А. Екологія: навчальний посібник / Р.А. Кизима – Харків: «Бурун Книга», 2011. – 304 с.
32. КНД 21.1.4025-95 Охорона навколишнього природного середовища. Якість вимірювання складу та властивостей об'єктів довкілля та джерел їх забруднення. Видання офіційне. – К., 1997. – 663 с.
33. Кузьменко М.І. Комплексна оцінка екологічного стану Дніпра / В.Д. Романенко, М.Ю. Євтушенко, П.М. Линник, О.М. Арсан, М.І. Кузьменко, Л.О. Журавльова, В.Г. Кленус, Ю.В. Плігін, В.І. Щербак, П.Г. Шевченко. - К.: Ін-тут

гідробіології, 2000. – 100 с.

34. Курик М.К. Екологія води / М.К. Курик – К.: Вища школа, 2008 . – 435 с.

35. Кучерявий В.П. Урбоекологія / В.П. Кучерявий – Львів: Світ, 2013. – 456 с.

36. Левківський С.С. Раціональне використання і охорона водних ресурсів. / С.С. Левківський, М.М. Падун. – К.: Либідь, 2012. – 280 с.

37. Линник П.Н. Сосуществующие формы тяжелых металлов в поверхностных водах Украины и роль органических веществ в их миграции / П.Н. Линник // Методы и объекты химического анализа. – 2007. – Т. 2, № 2. – С. 130–146.

38. Малимон С.С. Основи екології: підручник / С. С. Малимон – Вінниця: Нова Книга, 2012. – 240 с.

39. Мальований М.С. Екологія та збалансоване природокористування. Навчальний посібник / М.С. Мальований, Г.З. Леськів – Х.: Олді Плюс, 2013. – 314 с.

40. Маринич О.М. Фізична географія України: Підручник. – 3-тє вид., стер. / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко.– К.:Т-во «Знання», КОО, 2013. – 511 с.

41. Метелев В.В. Водная токсикология / В.В. Метелев, А.И. Канав, Н.Г. Дзасохов. – М.: Колос, 2003. – 236 с.

42. Микитюк О.М. Екологія людини / О.М. Микитюк, О.З. Злотін, В.М. Бровдій. – Х.: ХДПУ «ОВС», 2000. – 207 с.

43. Миценко І. М. Умови праці на виробництві: Навч.посібник / І.М. Миценко. – Кіровоград, 1999. – 324 с.

44. Мягченко О. П. Основи екології: підручник / О.П. Мягченко. – К.: Центр навчальної літератури, 2010. – 312 с.

45. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2012 році [Електронний ресурс]. / Мін. охорони навк. прир. сер-ща України. – Режим доступу: <http://menr.gov.ua/index.php/dopovidi>.

46. Орлов В.О. Водопостачання та водовідведення: Підручник / В.О. Орлов, Я.А. Тугай, А.М. Орлова. – К.: Знання, 2011. – 359 с.

47. Павлюк Н.В. Оцінка якості природної води / Н.В. Павлюк // Збірник наук. праць. – Ж.: ЖНАЕУ, 2014. – С. 75-79
48. Паламарчук В.О. Економіка природокористування: Навчальний посібник / В.О. Паламарчук, П.І. Корнелюк. – Запоріжжя: Дике Поле, 2013. – 408с.
49. Первачук М.В. Агроекологічна оцінка земельних ресурсів басейну річки Згар / М.В. Первачук, В.І. Мущинська // Сільське господарство та лісівництво. – №4. – 2016. – С. 165-173.
50. Первачук М.В. Дослідження та оцінка техногенного навантаження на водні екосистеми річкм Соб / М.В. Первачук, В.В. Рибонька // Сільське господарство та лісівництво. – №2. – 2015. – С. 111-118.
51. Первачук М.В. Оцінка впливу господарської діяльності на стан агроландшафтів водозабору річки Соб / М.В. Первачук, В.В. Рибонька // Сільське господарство та лісівництво. – №5. – 2017. – С. 183-192.
52. Первачук М.В. Оцінка стану ґрунтового покриву басейну річки Згар / М.В. Первачук, В.І. Мущинська // Сільське господарство та лісівництво. – №3. – 2016. – С. 226-234.
53. Потіш Л.А. Екологія: навчальний посібник для вищої школи / Л.А. Потіш. – К.: Знання, 2008. – 272 с.
54. Пупышев А. А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ – М.: Техносфера, 2009. – 55 с.
55. Романенко В.Д. Основи гідроекології: підручник. – Київ: Обереги, 2001. – 728 с.
56. Рублевська Н.І. Гігієнічна характеристика впливу забруднення навколишнього середовища важкими металами на стан здоров'я дитячого населення: Дис. канд. мед. наук: 14.02.01 / Н.І. Рублевська / Дніпропетровська держ. медична академія. – Дніпропетровськ, 2008. – 141 с.
57. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування: навч. посіб. / Т.А. Сафранов – Л.: Новий Світ-2000, 2010. – 248 с.

58. Трахтенгерц Г.А. Гігієнічні проблеми проектування хвостосховищ та шламонакопичувачів підприємств гірничо-металургійного комплексу України // Гігієна населених місць. – 2012. – № 59. – С. 101–107.
59. Удод В.М. Основи екотоксикології: Навчальний посібник / В.М. Удод, В.В. Трофімович, О.С. Волошкіна. – К.: КНУБА, 2008. – 88 с.
60. Удод В.М. Пріоритетні екотоксиканти та їх вплив на навколишнє природне середовище / В.М. Удод, М.Ю. Яців. – К.: КНУБА. – 2013. – 40 с.
61. Хільчевський В.К. Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу / В. К. Хільчевський. – К.: Ніка-центр, 2009. – 184 с.
62. Хільчевський В. К. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу/ В.К. Хільчевський, Р.Л. Кавчинський, О.В. Чунарьов. – К.: Ніка-Центр, 2012. – 180 с.
63. Хільчевський В.К. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод на території України/ В.К. Хільчевський, О.М. Гончар, М.Р. Забокрицький та ін.; за ред. В.К. Хільчевського та В.А. Сташука. – К.: Ніка-Центр, 2013. – 256 с.
64. Чунарьов О.В. Екологічна оцінка якості річкових вод басейну Південного Бугу за відповідними категоріями / О.В. Чунарьов // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – К.: ВГЛ «Обрій», 2007. – Т. 12. – С. 158-165.
65. Цехун О. В. Стан водних ресурсів, вплив на них підприємств гірничо-металургійного комплексу // Бібліотека Всеукраїнської екологічної ліги. Серія «Стан навколишнього середовища». – К. – 2014. - № 10. – С.18-19.
66. Юрченко Л.І. Екологія: навч. посіб. / Л.І. Юрченко; МОН. – Київ.: Професіонал: Центр учбової літератури, 2009. – 304 с.
67. Csavina J. A review on the importance of metals and metalloids in atmospheric dust and aerosol from mining operations / J. Csavina, J. Field // Sci. Total Environ. – 2012. – Vol. 433. – P. 58–73.
68. Elliott J.E. Mercury in forage fish from Mexico and Central America: implications for fish-eating birds / J.E. Elliott, K.H. Elliott, J. Dorzinsky // Arch. Environ. Contam. Toxicol. – 2015. – Vol. 69, N 4. – P. 375–389.

69. Hayes S.M. Geochemical weathering increases lead bioaccessibility in semiarid mine tailings /S.M. Hayes, S.M. Webb // Environ. Sci. Technol. – 2012. – Vol. 46, N 11. – P. 5834–5841.

70. Udod V.M. Ecosystem of the river / V. M. Udod // Water Chem. and Technol. – 2013. – 35, №6. – p. 287 – 294.

ДОДАТКИ