

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МЕДИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ХІМІЇ ТА ФАРМАЦІЇ**

**МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД
РІЧКИ ВІРЬОВЧИНА**

Кваліфікаційна робота (проект)

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Виконала: студентка 2 курсу
Спеціальності 102 Хімія
Освітньо-професійної програми
Хімія
Захарова Софія Ігорівна

Керівниця: к. т. н., доцентка Попович Т. А.

Рецензентка: к. т. н., доцентка Венгер О. О.

Херсон – 2020

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. Екологічний та фізико-хімічний стан поверхневих вод малих річок України	7
1.1. Основні антропогенні забруднювачі природного водного середовища.....	7
1.2. Моніторинг як захід запобігання антропогенного забруднення водних об'єктів.....	8
1.3. Аналіз якості поверхневих вод малих річок Херсонщини.....	17
РОЗДІЛ 2. Методики визначення вмісту деяких хімічних компонентів у водних об'єктах	20
2.1. Виявлення катіонів важких металів якісними реакціями	20
2.2. Методики визначення деяких показників йонного складу поверхневих вод	22
2.2.1. Фотоколориметричне визначення загального вмісту йонів Феруму(II) і Феруму(III).....	22
2.2.2. Титриметричне визначення хлорид-іонів.....	23
2.2.3. Гравіметричне визначення сульфат-іонів.....	24
2.2.4. Фотоколориметричне визначення нітрат-іонів.....	26
2.2.5. Титриметричне визначення вмісту гідрокарбонат-іонів..	27
2.2.6. Фотоколориметричне визначення фосфатів.....	28
2.2.7. Комплексонометричне визначення загальної твердості води.....	29
2.2.8. Гравіметричне визначення сухого залишку.....	30
2.2.9. Титриметричне визначення перманганатної окиснюваності.....	30
РОЗДІЛ 3. Дослідження якості поверхневих вод річки Вільовчина за фізико-хімічними показниками	32
3.1. Характеристика об'єктів дослідження.....	32
3.2. Аналіз результатів дослідження.....	44

ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50
ДОДАТКИ	55
Додаток А. Приклади оформлення даних в системах моніторингу RPB та RIVPACS.....	56
Додаток Б. Калібрувальний графік для визначення вмісту Fe ³⁺	57
Додаток В. Калібрувальний графік для визначення вмісту нітратів.....	58
Додаток Г. Калібрувальний графік для визначення вмісту фосфатів.....	59
Додаток Д. Карта з місцями відбору проб води.....	60
Додаток Е. Стан навколишнього природного середовища у Херсонській області	61
Додаток Є. Екологічна класифікація якості поверхневих вод за гідрохімічними та гідрфізичними показниками	62
Додаток Ж. Оцінка якості поверхневих вод за екологічною класифікацією, класи та категорії.....	65
Додаток З. Класифікація якості поверхневих вод.....	66
Додаток И. Кодекс академічної доброчесності.....	67

ВСТУП

Актуальність теми. Прісна вода – це обмежений ресурс, важливий для сільського господарства, промисловості та існування людини. Без прісної води не буде належної якості сталого розвитку. Її забруднення та марнотратне використання загрожують людству. Викид токсичних речовин, хімікатів, перекачування водоносних горизонтів, забруднення водою речовинами, що сприяють зростанню водоростей є одними з основних причин погіршення якості води, яка має вирішальне значення для стійкого соціально-економічного розвитку. Водні екосистеми знаходяться під загрозою в усьому світі. Різноманітні забруднюючі речовини, а також руйнівні практики землекористування, управління водними ресурсами були присутні давно, але лише нещодавно їх наявність досягла критичного рівня.

Аналізуючи те, що стан малих річок за останні десятиліття критично змінився через стічні води, великі обсяги водокористування, засмічення побутовими відходами, тощо [1], робить дуже *актуальним* питання щодо якості поверхневих вод малих річок в Україні і, зокрема, якість води малої річки Вірьовчина міста Херсону, у водний басейн якої надходять неконтрольовані побутові скиди районів, які розташовані вище за течією річки, таких як Суворівський (село Степанівка) та Дніпровський (село Зеленівка), стоки з міських очисних споруд, рештки сполук органічного походження з підприємств, які спеціалізуються на харчовій промисловості.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами: кваліфікаційну роботу було виконано відповідно до тематики наукової роботи кафедри за темою «Аналітичні дослідження та сучасні ресурсозберігаючі і екологічно чисті процеси і технології».

Мета дослідження: з'ясувати існуючий хіміко-екологічний стан поверхневих вод річки Вірьовчина, шляхом визначення деяких хімічних показників якості води.

Для досягнення поставленої мети було визначено наступні завдання дослідження:

- 1) з'ясувати питання стосовно основних антропогенних забруднювачів природного водного середовища;
- 2) ознайомитись з цілями та завданнями моніторингу якості поверхневих вод та сучасними системами моніторингу якості води;
- 3) провести літературний аналіз якості поверхневих вод малих річок Херсонщини;
- 4) здійснити відбір методик для визначення хімічних забруднювачів у водному розчині та опрацювати дані методики;
- 5) дослідити вміст хімічних компонентів у пробах води річки Вірьовчина і визначити якість поверхневих вод річки Вірьовчина.

Об'єкт дослідження: поверхневі води.

Предмет дослідження: моніторинг якості поверхневих вод річки Вірьовчина.

Методи дослідження: в роботі для визначення кількісного вмісту йонного складу води було застосовано методи кількісного аналізу, а саме: титриметричний (визначення хлорид-іонів, гідрокарбонат-іонів, перманганатної окиснюваності), гравіметричний (визначення сульфат-іонів, сухого залишку), фотоколориметричний (визначення загального вмісту йонів Феруму(II) і Феруму(III), нітрат-іонів, фосфатів).

Наукова новизна одержаних результатів: набуло подальшого розвитку питання стосовно визначення якості поверхневих вод малої річки Вірьовчина в межах міста Херсону.

Практичне значення одержаних результатів: результати роботи можуть бути використані на практичних заняттях студентів хімічних спеціальностей ступеня вищої освіти бакалавр в курсі «Екологічні

проблеми України», а також на факультативних заняттях з хімії в загальноосвітніх навчальних закладах.

Апробація результатів дослідження: за результатами роботи опубліковано тези в електронному збірнику матеріалів «Міжнародної наукової інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації» (30 жовтня 2020 р.)» та у збірнику Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні хімічні технології: екологічність, інновації, ефективність» (3-4 жовтня 2019 р.).

Структура роботи: робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1

ЕКОЛОГІЧНИЙ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНИЙ СТАН ПОВЕРХНЕВИХ ВОД МАЛИХ РІЧОК УКРАЇНИ

1.1 Основні антропогенні забруднювачі природного водного середовища

Під тиском від забруднення речовинами різної хімічної природи, стічними водами, стоками з фермерських господарств, промислових відходів, витоків нафти, твердих відходів, теплового та атмосферного забруднення, водне середовище критично та незворотно змінило свій екологічний та фізико-хімічний стан, який має значний вплив на здоров'я населення, сталий економічний розвиток країни та стійкість природного навколишнього середовища.

З стоками різного походження у водні об'єкти потрапляють різноманітні шкідливі домішки неорганічного, органічного походження та багато видів мікроорганізмів, які згубно впливають на здоров'я живих організмів [2].

З фермерських господарств під впливом вимивання з ґрунтового шару у водне середовище потрапляє велика кількість хімічних добрив, отрутохімкатів, пестицидів, відходів органічного походження.

Величезний нищівний вплив на якість поверхневих вод мають різного роду комбінати та підприємства, які «дарують» річкам важкі метали (хром, кобальт, ртуть, мідь, нікель), радіоактивні частки. Не меншу загрозу несуть синтетичні миючі засоби, настільки стійкі, що роками і навіть десятиліттями можуть зберігатися у воді.

Нафта та нафтопродукти наносять річковим акваторіям особливої шкоди. Вони спричиняють появу плівки на поверхні води, яка в свою чергу перешкоджає вільному газообміні, що є причиною зниження вмісту кисню. Мазут, осідаючи на дно, зумовлює смерть донних

мікроорганізмів, які очищують воду. Через процеси гниття осадів, які при цьому утворюються, відбувається виділення шкідливих сполук, зокрема сірководню, внаслідок дії якого отруєється весь водний басейн.

Вироби з пластику, гравій, пісок, глина, мул забруднюють воду у вигляді твердих відходів. Вони потрапляють у водні об'єкти з дощовими водами з полів. Тверді відходи є причиною зниження прозорості води та пригнічують ріст та розвиток живих організмів, які населяють водойми [3].

Підігріті води від ТЕС та АЕС, різноманітних енергетичних об'єктів, які скидаються у річки, спричиняють теплове забруднення, яке в свою чергу шкідливо впливає на термічний та біологічний режими водного середовища. Також, стоки теплої води призводять до евтрофікації.

Не менш згубно на стан якості води впливає забруднення атмосфери, яке характеризується наявністю у повітряному просторі золи, попелу, сажі та газів. Оксиди Нітрогену та Сульфуру, з'єднуються з вологою повітря та спричиняють кислотні дощі, які згодом потрапляють безпосередньо у поверхневі води.

1.2 Моніторинг як захід запобігання антропогенного забруднення водних об'єктів

Одним із основних заходів по запобіганню забруднення водойм можна вважати систематичний моніторинг якості поверхневих вод.

Моніторинг якості води – це довгострокове, стандартизоване вимірювання та спостереження за водним середовищем [4].

Моніторинг якості води включає всі заходи з відбору проб для збору та обробки даних з метою отримання інформації про фізичні, біологічні, та хімічні властивості води. Моніторинг якості води – це основа, на якій базується управління якістю води. Окрім збору даних,

діяльність моніторингу охоплює подальші процедури, такі як лабораторні аналізи, обробку даних та аналізи для отримання очікуваної інформації.

Дані моніторингу якості води можуть бути корисними для управління водними ресурсами на місцевому, національному або міжнародному рівні. Якщо водні об'єкти є спільними для кількох країн, то програма моніторингу якості води може дати інформацію, яка може послужити основою для міжнародної угоди щодо використання цих вод.

Моніторинг надає інформацію, яка дозволяє приймати раціональні рішення щодо:

- опису водних ресурсів та виявлення актуальних та нових проблем забруднення води;
- формулювання планів та встановлення пріоритетів для управління якістю води;
- розробки та впровадження програм управління якістю води;
- оцінки ефективності управлінських дій [5].

Метою моніторингу якості води є отримання кількісної інформації про фізичні, хімічні та біологічні характеристики води шляхом статистичного відбору проб. Тип шуканої інформації залежить від цілей програми моніторингу. Цілі та завдання варіюються від виявлення порушень норм питної води до визначення стану навколишнього середовища та аналізу тимчасових тенденцій якості води. Можна виділити три категорії моніторингу: діагностичний, операційний та дослідницький.

Моніторинг та оцінка екологічного стану поверхневих вод здійснюється численними місцевими, регіональними та національними органами влади. Широке розмаїття організаційних структур на національному та місцевому рівнях означає, що адміністрування моніторингової діяльності значно відрізняється.

Цілі моніторингу. При розробці програми моніторингу ми повинні поставити собі запитання: «Чому ми здійснюємо моніторинг?». Дуже важливо вміти описувати цілі та завдання моніторингу, оскільки вони створюють основу для безпосереднього моніторингу, тобто набір мереж вибірки, вимірювані змінні, частота вибірки, зберігання даних та використання інформації, включаючи аналіз даних та звітність [6].

Мета моніторингу, як правило, встановлюється законами чи іншими регуляторними діями (директивами, стандартами якості води, планами дій) і спрямована на оцінку стану навколишнього середовища та виявлення тенденцій. Регулятивні дії встановлюють цілі або стандарти щодо якості води, а метою моніторингу є надання даних та інформації про якість води стосовно цих регуляторних дій.

Проектування мережі моніторингу. Мережа моніторингу, перш за все, описується водними об'єктами (тобто джерелами, струмками, річками, ставками, озерами, водосховищами, лиманами, прибережною зоною або морською водою) та географічним районом. Однак, для оцінки інформації, отриманої в рамках програми моніторингу, часто необхідна більш конкретна інформація щодо критеріїв вибору місць відбору проб. Можна виділити два типи мереж:

1) розгалужена мережа, що включає безліч місць відбору проб, кількарічних вибірок, аналіз кількох змінних та лише один або кілька років відбору проб;

2) інтенсивна мережа, що включає місця відбору проб з детальними дослідженнями, багаторічної вибірки або вимірювання багатьох змінних і багато років спостережень [7].

Вимірювані змінні. Кількість змінних, що описують якість водного об'єкта, збільшилась і постійно модифікується та вдосконалюється разом із все більшим використанням води, а також в ногу з розвитком аналітичних можливостей для вимірювання все більшої кількості речовин при все нижчих концентраціях.

Різні групи водокористувачів до певної міри розробили власні підходи та методи опису та вимірювання якості води. Протягом багатьох десятиліть управління річковими басейнами та контроль забруднення води спиралась на загальні змінні, такі як біохімічна потреба в кисні (БПК) та хімічна потреба в кисні (ХПК), щоб кількісно визначити скид стічних вод та проблеми з киснем у річках. З метою споживання людиною та громадського водопостачання було визначено набір мікробіологічних індикаторних організмів (наприклад, фекальні колиформні бактерії), і зараз їх перелік застосовується для визначення гігієнічної придатності води для пиття (таблиця 1.2) [8].

Таблиця 1.2 – Умови забруднення та змінні, які слід виміряти

Умови забруднення	Змінні, які слід виміряти
Органічні відходи комунальних стічних вод та скидів з харчової, сільськогосподарської галузей	Біохімічна потреба кисню (БПК), хімічна потреба кисню (ХПК), загальна кількість органічних речовин, розчинений органічний Нітроген, загальний Фосфор та фекальні колиформи
Евтрофікація внаслідок поживних речовин, що надходять у поверхневі води через точковий скид або під час стоку із сільськогосподарських угідь	Нітрати, нітрити, амоніак, загальний Фосфор, прозорість, хлорофіл а
Сільське господарство та зрошення	Загальна кількість розчинених твердих речовин, загальну кількість зважених речовин, Натрій, Кальцій, Магній та фекальні колиформи
Промислові стоки	Тверді речовини, БПК, ХПК, тригалометани, багатоядерні ароматичні вуглеводні, феноли, поліхлоровані біфеніли, бензен, Ферум, Цинк

Існує два типи програм моніторингу: ті, що мають єдину мету і створені для вирішення лише однієї проблеми та багатоцільові програми, які можуть охоплювати різні види використання води, такі як питне водопостачання, промислове виробництво, рибальство, зрошення

та інші. Рідко яка програма моніторингу має єдину мету. В практиці, програми та проекти, як правило, поєднують різні цілі. Розробка таких програм вимагає попередніх обстежувальних робіт, щоб вибір місця відбору проб враховував такі міркування як фактичне та потенційне водокористування, фактичні та потенційні джерела забруднення, операції з контролю забруднення, місцеві геохімічні умови та типи водних об'єктів.

Моніторинг середовищ та змінних. Існує три основних середовища, які можна використовувати для моніторингу водних ресурсів: вода, тверді частинки речовини та живі організми. Якість води та твердих часток визначається фізико-хімічним аналізом, тоді як живі організми можуть бути використані в ряді різних шляхів дослідження.

Кожне водне середовище має власний набір характеристик для цілей моніторингу, таких як: застосовність до водних об'єктів, взаємопорівняність, специфічність забруднювачів, можливість кількісної оцінки, чутливість до забруднення, тривалість процесу визначення якості води від експлуатації на місцях до результату вимірювань [9].

Якість води може бути описана однією змінною або будь-якою комбінацією понад ста змінних. Найпростіша комбінація змінних – температура, електропровідність, рН, розчинений кисень та загальні зважені тверді речовини. Вони дають мінімум інформації, на якій може ґрунтуватися оцінка загальної якості води. Більш складні програми можуть аналізувати до ста змінних, включаючи цілий ряд металів, органічних речовин, мікрозабруднювачів, аналіз біоти (планктон, риби), твердих частинок та інше.

Інтервал часу між забором зразків залежить від водойми та її специфічних характеристик [5].

Метою державного моніторингу є своєчасне виявлення і прогнозування розвитку негативних процесів, що впливають на якість води у водних об'єктах і їх стан, розробки і реалізації заходів щодо

запобігання негативним наслідкам цих процесів, оцінка ефективності охорони водних об'єктів і забезпечення необхідною інформацією органів державного контролю та нагляду.

Частиною державного моніторингу водних об'єктів є гідрометеорологічний моніторинг, а також моніторинг стану дна і берегів водних об'єктів і стану водоохоронних зон.

У систему моніторингу входять спостереження за водогосподарськими системами і використовуваними обсягами води при водоспоживанні і водовідведенні.

При проведенні моніторингу та розробці схем охорони водних об'єктів і їх комплексного використання враховуються фізико-географічні особливості гідрографічних районів (кліматичні умови, морфологію і морфометрію водозбору, водний режим водотоків і водойм, підземні води, рослинність, ґрунти тощо.) [4].

Основними завданнями моніторингу водних об'єктів є:

- регулярні спостереження за кількістю і якістю води і режимом використання водоохоронних зон;
- збір, обробка і зберігання даних спостережень;
- внесення даних спостережень до державного водного реєстру;
- оцінка і прогнозування змін кількісних і якісних показників стану водних ресурсів.

Дані моніторингу про стан водних об'єктів і про їхнє використання є основою для розробки заходів з охорони водних об'єктів і при складанні схем комплексного використання вод. У цих схемах наводяться: перелік заходів з охорони водних об'єктів, цільові показники якості води, ліміти водозаборів і скидів стічних вод, водогосподарські баланси [8].

Для раціонального виконання моніторингу завдання аналітичного контролю поділяють на чотири рівні (рис. 1.1).

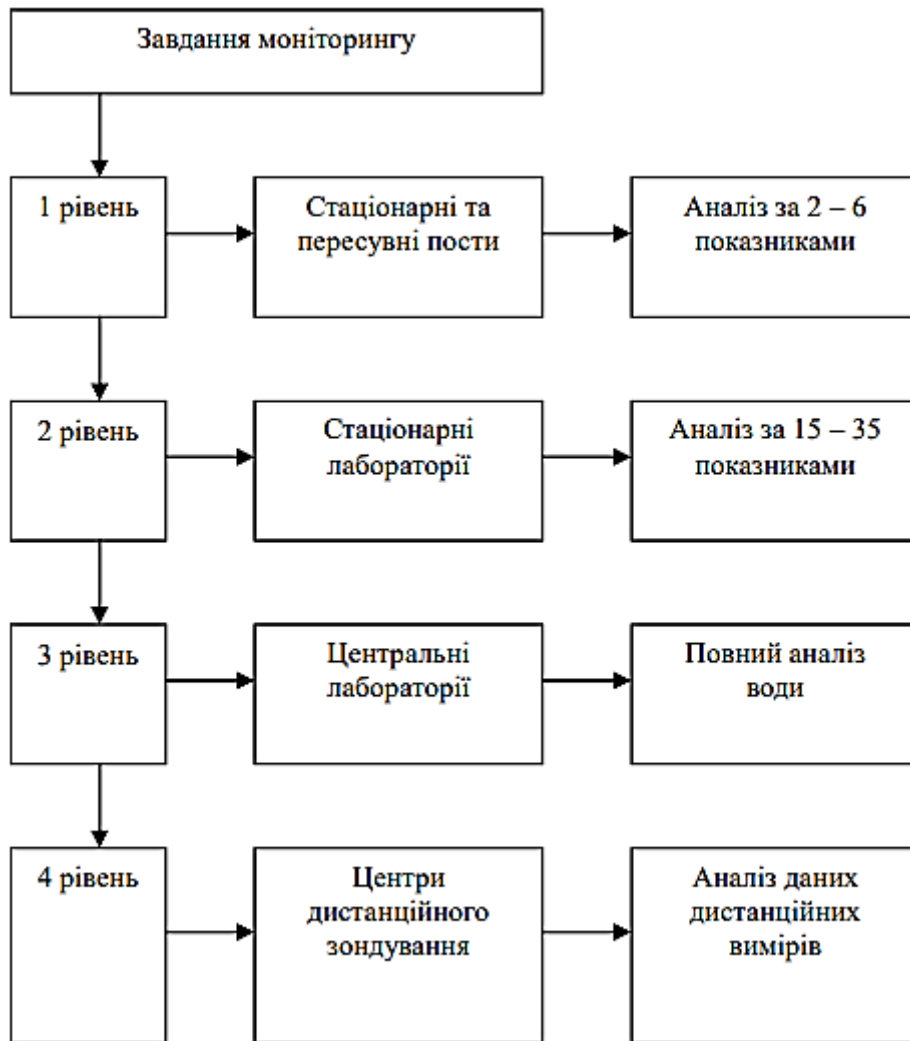


Рисунок 1.1 – Схема рівнів аналітичного контролю системи екологічного моніторингу вод

Першим етапом організації робіт зі спостереження і контролю якості поверхневих вод є вибір місця розташування пунктів контролю.

Під пунктом контролю якості поверхневих вод слід розуміти місце водойми чи водотоку, де проводяться роботи, щоб отримати дані стосовно якості води. Якщо ж наявні декілька джерел забруднення під, то пункт контролю – це вся акваторія річки, де знаходиться місто чи село, а не певні джерела забруднення.

Пункти контролю організують, в першу чергу, на водоймах і водотоках, що мають велике господарське значення, а також схильних до значного забруднення промисловими, господарськими стічними

водами. На забруднених стічними водами водоймах і водотоках або на їх ділянках створюються пункти для фонових спостережень [9].

У пунктах контролю організуються один або кілька створів спостережень, місцезнаходження яких встановлюють з урахуванням гідрометеорологічних і морфологічних особливостей водойми або водотоку, розташування джерел забруднення, їх кількості, складу і властивостей.

Обов'язкова програма контролю за гідрологічним і гідрохімічними показниками передбачає визначення наступних показників: витрата води; швидкість течії; рівень води; візуальні спостереження (кольоровість; прозорість, запах); концентрація розчинених у воді газів; концентрація зважених речовин; водневий показник (рН); окисно-відновний потенціал; концентрація основних йонів; хімічне споживання кисню; біохімічне споживання кисню; концентрація біогенних елементів; концентрація широко поширених забруднюючих речовин (нафтопродуктів, синтетичних поверхнево-активних речовин, летких фенолів, пестицидів і сполук металевих елементів) [10].

Аналіз літературних джерел показав, що на сьогодні найбільш прогресивними, високо розвинутими технологіями моніторингу є системи: американська – RPBs (Rapid Bioassessment Protocols) та британська – RIVPACS (River Invertebrate Prediction and Classification System), на яких засновані більшість положень Водної Рамкової Директиви ЄС [11].

Рамкова директива Європейського Союзу про води визнає необхідність та цінність біологічного моніторингу. Один з підходів до моделювання, відомий як система прогнозування та класифікації річкових безхребетних (RIVPACS) використовується для оцінки екологічної якості річкових ділянок за допомогою відбору проб макробезхребетних. Філософія RIVPACS полягає у розробці статистичних взаємозв'язків між фауною та екологічними

характеристиками великого набору високоякісних еталонних ділянок, які можуть бути використані для прогнозування фауни макробезхребетних, що очікується на будь-якій ділянці за відсутності забруднення та інших екологічних стресів. Потім спостережувану фауну на нових випробувальних майданчиках можна порівняти із очікуваною фауною для отримання показників екологічної якості поверхневих вод.

Індивідуальні користувачі можуть розробити модель, щоб пропонувати прогнози на багатьох рівнях і для кількох показників, дозволяючи отримувати спеціальні резюме замість вихідних даних. Беручи до уваги сезонні зміни фауни, система RIVPACS може робити прогнози щодо окремих сезонів (весна, літо чи осінь), пар сезонів або всіх сезонів разом узятих. Ця гнучкість робить RIVPACS ідеальним для місцевих застосувань, а країни всього світу адаптували його відповідно до своїх конкретних потреб [12].

Для того, щоб розробити модель типу RIVPACS, повинна бути серія високоякісних сайтів (зазвичай їх називають «еталонними сайтами») (додаток А.1). Це ретельно відібрані проби води на коротких відрізках річок, в межах регіону, що цікавить. На кожному довідковому сайті дослідники використовують узгоджені стандартні протоколи для збору макробезхребетних.

База даних RIVPACS включає біологічні, фізико-хімічні дані, представляючи їх у легкодоступному форматі (додаток А.2) [13].

Протоколи швидкого біооцінювання (RBP) виконують комплексну оцінку, порівнюючи середовище існування (наприклад, фізичну структуру, режим потоку), якість води та біологічні показники з емпірично визначеними (за допомогою фактичних довідкових сайтів, історичних даних, моделювання або екстраполяції). Вибір конкретного протоколу повинен залежати від мети біооцінки, необхідності документування висновків та наявних ресурсів.

Дизайн таблиць є основою бази даних РВР. Вони пов'язані за допомогою використання унікального ідентифікатора або індексу (додаток А.3). Таблиця хімічних параметрів та параметрів середовища існування виконують роль еталонних таблиць та містять описові дані (наприклад, одиниці виміру, межі виявлення). Цей спосіб зберігання інформації є ефективним, оскільки усуває багато зайвих даних [14].

1.3. Аналіз якості поверхневих вод малих річок Херсонщини

Ступінь людської діяльності, що впливає на навколишнє середовище, різко зросла протягом останніх кількох десятиліть. Розпочались масштабні видобуток та спалення викопного палива, втручання в природні гідрогеохімічні цикли, що призводить до нового покоління екологічних проблем. З'явилася нагальна потреба для всебічної та точної оцінки тенденцій якості води з метою підвищення обізнаності про необхідність усунення наслідків сьогодення та попередження майбутніх загроз забруднення довкілля [15].

Критичного стану досягла якість поверхневих вод малих річок України, які є основними постачальниками прісної води для потреб населення, рекреації, економіки держави.

У Херсонській області на сьогодні є 24 малих річки (Кам'яниха, Гнилуша, Фролиха, Чайка, Конка, Козак, Бургунка, Кохань, Хмельник, Речище, Тягінка, Каланчак, Інгулка, Вірьовчина, Солонець, Пливаха, Кошева та інші) з довжиною заплавл 745 км [16].

Забруднення малих річок Херсонської області пояснюється не лише їх малою водністю, а й недостатньою охороною, яка має тісно переплітатися з їх використанням. Те, що ми недбало ставимось до малих річок, пов'язане з нерозумінням їх ролі в загальному водному балансі, адже погіршення їх якості спричинює деградацію великих рік [17].

Порушення природного гідрохімічного та гідробіологічного режиму відбувається внаслідок інтенсивного антропогенного навантаження, яке «поповнює» фізико-хімічний склад водних об'єктів пестицидами, важкими металами, сполуками органічного та неорганічного походження.

Нищівного впливу на якість малих річок Херсонської області завдає наднормативна зношеність очисних споруд та мереж каналізації, які спричинюють забруднення малих річок Кошова та Вірьовчина недостатньо очищеними, а подекуди і взагалі неочищеними стічними водами [18].

Основними джерелами забруднення малої річки Вірьовчина в межах міста Херсон є побутові і стічні води промислових підприємств, які скидають у акваторію річки неорганічні і органічні речовини.

На деяких ділянках річки Конка відмічено перевищення вмісту сполук Нітрогену, Феруму, Сульфуру та нафтопродуктів. В певний період часу вода у річці перевищує ГДК за такими хімічними показниками, як хлориди, сульфати, сухий залишок, що спричинено діяльністю річкового транспорту, стічних вод, сільськогосподарської та рекреаційної діяльності [19].

Особливо актуальним залишається питання засмічення берегів і русел річок Вірьовчина, Конка, Кошова побутовими відходами. Окремі ділянки заплавл перетворилися в справжні сміттєзвалища. Основною причиною цього є недостатній рівень екологічної освіченості і громадської свідомості, а також безвідповідальність і малі штрафи, хоча, користування малими річками має свої особливості, означені Водним кодексом України (ВКУ), Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» та іншими законодавчими актами.

Варто пам'ятати, що малі річки мають малу стійкість до антропогенного навантаження, тому їх резервних можливостей не вистачає для самоочищення [20].

Таким чином, проведені дослідження з визначення показників якості поверхневих вод малих річок Вірвовчина, Конка, Кошова Херсонської області показали, що їх водні ресурси потерпають від надмірного антропогенного навантаження, а саме від надходження в них стічних вод підприємств, комунально-побутових відходів, нераціонального водокористування, відсутності прибережних захисних смуг тощо.

Так, наприклад, якість поверхневих вод річки Вірвовчина за гідрохімічними показниками відноситься до IV класу якості вод («брудна вода»).

На сьогодні зрозуміло, що тільки свідомий підхід до експлуатації водозбірних територій та водних ресурсів малих річок дозволить зберегти їх від забруднення і виснаження.

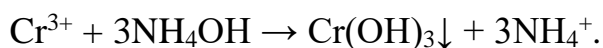
РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ДЕЯКИХ ХІМІЧНИХ КОМПОНЕНТІВ У ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ

2.1 Виявлення катіонів металевих елементів якісними реакціями

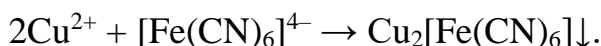
Якісні реакції катіонів Cr³⁺ у розчині.

а) Взаємодія катіонів Cr³⁺ з водним розчином амоніаку призводить до утворення сіро-зеленого осаду хром(III) гідроксиду [21]:



б) Реакція Cr³⁺-іонів з дифенілкарбазидом. Хромат-іони взаємодіють з дифенілкарбазидом в середовищі, яке є слабо кислим. При цьому відбувається їх відновлення до Cr³⁺ та окиснення дифенілкарбазиду до дифенілкарбазону. Дифенілкарбазон з йонами Cr³⁺ утворює комплекс червоно-фіолетового кольору [22].

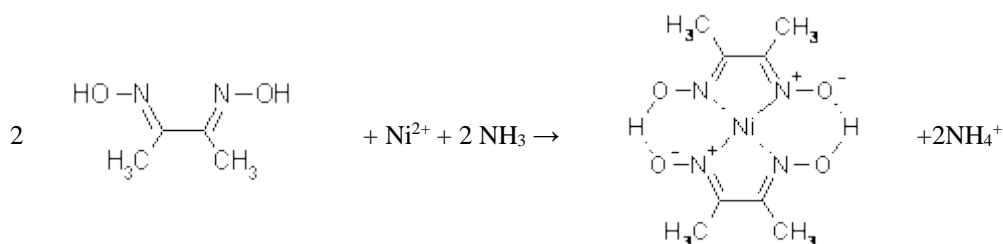
Якісні реакції катіонів Cu²⁺. Для виявлення катіонів Cu²⁺ використовують реакцію їх взаємодії з K₄[Fe(CN)₆]:



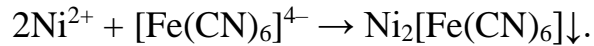
При цьому утворюється осад червоно-бурого забарвлення. Якщо у розчині мало йонів Cu²⁺, то розчин забарвлюється у рожевий колір.

Якісні реакції катіонів Ni²⁺.

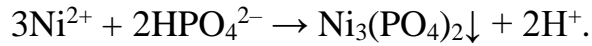
а) Взаємодія катіонів Ni²⁺ з диметилглюксимом (реактивом Чугаєва) у середовищі амоніаку призводить до утворення хелатного комплексу світло-червоного кольору [21]:



б) Катіони Ni^{2+} з $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ утворюють осад зеленого забарвлення $\text{Ni}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$:

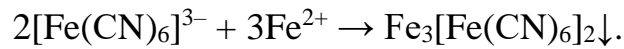


в) Катіони Ni^{2+} з Na_2HPO_4 утворюють осад зеленого кольору:

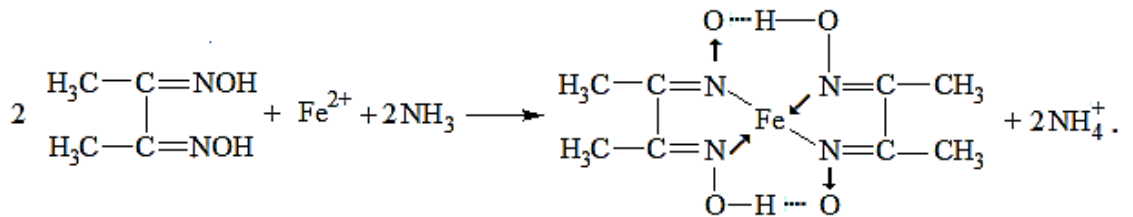


Якісні реакції катіонів Fe^{2+} .

а) Катіони Fe^{2+} при взаємодії з Калій гексаціано(III) фератом в сильноокислому середовищі утворюють синій осад – Ферум(II) гексаціано(III) ферату:



б) З реактивом Чугаєва у амоніачному середовищі катіони Fe^{2+} утворюють карміново-червоний хелатний комплекс [22]:



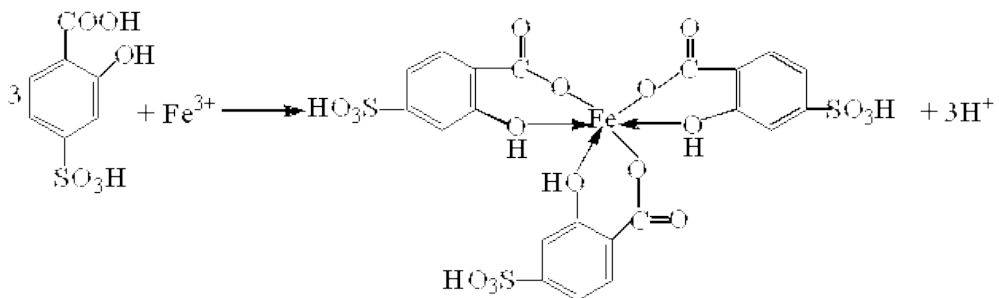
в) В реакції катіонів Fe^{2+} з 1,10-фенантроліном утворюється комплексна сполука червоно-помаранчевого забарвлення [23].

Якісні реакції катіонів Fe^{3+} .

а) З роданід-іонами SCN^- катіони Fe^{3+} утворюють різноманітні структури роданідів Феруму(III) криваво-червоного кольору:



б) Взаємодія катіонів Fe^{3+} з сульфосаліциловою кислотою призводить до утворення розчинної внутрішньокмплексної солі фіолетового кольору:



2.2 Методики визначення деяких показників йонного складу поверхневих вод

2.2.1. *Фотоколориметричне визначення загального вмісту йонів Феруму(II) і Феруму(III).* Метод полягає у визначенні йонних форм Феруму з тіоціанатом [24].

Для виконання аналізу, потрібно внести 50см^3 проби води у широкогорлу колбу. Потім поступово вносять $2,5\text{см}^3$ розведеної сульфатної кислоти (1:2), $2,5\text{ см}^3$ розчину перманганату Калію ($c(1/5 \text{KMnO}_4)=0,02\text{моль/дм}^3$) і кип'ятять розчин до випаровування 5см^3 рідини. Коли розчин ще гарячий, в нього вносять розчин щавлевої кислоти з молярною концентрацією еквівалента $0,1\text{моль/дм}^3$ до зникнення забарвлення. Далі потрібно додавати розчин KMnO_4 доки знову не з'явиться рожеве забарвлення. Потім необхідно додати $2,5\text{см}^3$ розчину хлоридної кислоти (1:1), 5см^3 розчину калій чи амоній тіоціанату, перемішати і виміряти на фотоелектроколориметрі оптичну густину при $\lambda=500\text{нм}$ проти холостої проби, яка не містить досліджуваної води. За побудованим калібрувальним графіком можна знайти вміст Феруму у воді, яка досліджується [22].

Підготовка стандартного розчину, в якому містяться йони Fe^{3+} та побудування калібрувального графіка.

Для того, щоб приготувати стандартний розчин, що містить катіони Fe^{3+} потрібно зважити $0,864\text{г}$ залізоамонійного галуону, внести його у мірну колбу на 1000 см^3 , додати 5см^3 сульфатної кислоти з густиною $1,84\text{г/см}^3$, розчинити у дистильованій воді і довести вміст колби до 1дм^3 .

Для того, щоб побудувати калібрувальний графік потрібно у мірні колби на 50см^3 за допомогою піпетки внести $0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0\text{ см}^3$ стандартного розчину солі Феруму, додати 1см^3 розбавленої (1:1) нітратної кислоти, $5,0\text{ см}^3$ тіоціанату Калію або амонію ($w=20\%$), довести об'єм колби до риски дистильованою водою, перемішати і

виміряти оптичну густину при $\lambda=500\text{nm}$. За отриманими значеннями побудувати калібрувальний графік, на якому на осі абсцис відкладають концентрацію Fe^{3+} , а на осі ординат – величину А (додаток Б).

Вміст Феруму в mg/dm^3 можна обчислити за формулою:

$$C_x = \frac{a \cdot 1000}{V \cdot M(\frac{1}{1}\text{Fe}^{3+})},$$

a – маса Fe^{3+} -іонів, яку знайдено за калібрувальним графіком, мг;

V – об'єм води, що досліджується, cm^3 [25].

2.2.2. Титриметричне визначення хлорид-іонів. Метод визначення вмісту хлорид-аніонів полягає в реакції Hg^{2+} з аніонами хлору, при чому утворюються малодисоційовані солі:

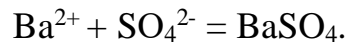


Поява комплексної сполуки Меркурію з дифенілкарбазоном свідчить про закінчення титрування, при цьому розчин забарвлюється у фіолетовий колір [26].

Хлорид-іони, які завжди наявні у природних водах, спричинюють солоність вод, а за вмістом у прісноводних об'єктах хлориди займають третє місце.

Для проведення аналізу потрібно внести 1-10 cm^3 аналізованої води у конічну колбу на 250 cm^3 , розвети вміст колби дистильованою водою до 100 cm^3 , додати 10 крапель змішаного індикатору, розчин нітратної кислоти (0,2 моль/ dm^3) до зміни забарвлення на жовте ($\text{pH}=3,5$). Далі потрібно встановити значення pH 2,5 за допомогою додавання 1 cm^3 розчину нітратної кислоти (0,2 моль/ dm^3). Потім розчин титрують меркурій (II) нітратом (0,05 моль/ dm^3) до зміни забарвлення на фіолетове [27].

2.2.3. *Гравіметричне визначення сульфат-іонів.* Метод заснований на осадженні сульфат-іонів з розчину за допомогою хлориду барію за рівнянням:



Гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, який входить до складу осадових порід, містить сульфат-аніони, які при розчиненні потрапляють у воду. Також сульфат-іони з'являються у воді з промисловими стічними водами, в яких містяться сірководень або сірка, які окиснюються. Наявність великої кількості сульфатів у воді небажана бо, наприклад, Na_2SO_4 спричинює збої в роботі травної системи, а такі солі, як CaSO_4 і MgSO_4 впливають на твердість води і спричинюють появу у води гіркого присмаку [28].

Сульфат Барію є нерозчинним у розбавлених кислотах, легко переходить у гравіметричну форму та не зазнає змін у своєму складі при прожарюванні на повітрі. Крім того, осад сульфату Барію – кристалічний, що допомагає при фільтруванні [29].

Проведення осадження. Для операції осадження, розчини нагрівають майже до стану кипіння, але не можна допускати, щоб вони закипіли. Далі по краплях, перемішуючи скляною паличкою, доливають гарячий розчин хлориду Барію до підігрітого розчину сульфату, який підлягає осадженню. Процедуру осадження необхідно проводити дуже повільно (1,5-2 години). Після охолодження розчинів, потрібно знову їх підігрівати, а потім продовжувати осадження.

Після закінчення додавання розчину, що виступає в ролі осаджувача, ємність зі скляною паличкою ставлять на киплячу водяну баню. Коли рідина, що знаходиться над осадом стане дещо світлішою, потрібно провести пробу для перевірки повноти осадження, вносячи 2-3 краплі гарячого розчину хлориду Барію. Якщо розчин помутніє, то необхідно додати порцію $0,5-1,0\text{см}^3$ барій хлориду.

По завершенню процесу осадження склянку поміщають на 2 години на киплячу водяну баню, а потім залишають розчин з осадом для того,

щоб осад дозрів. За допомогою фільтру «синя стрічка» проводять фільтрування осаду [27].

Для відділення осаду від розчину використовують процес декантації. Згодом осад потрібно промити протягом 2-3 разів промивною рідиною (по 5см³ розчину хлоридної кислоти, $c(\text{HCl})=2$ моль/дм³), перемішати скляною паличкою, відстояти та декантувати на фільтр рідину з осаду. Далі, вносячи нові порції промивної рідини, осад кількісно переміщують на фільтр і там же остаточно промивають, направляючи струмінь промивної рідини у воронку, обводячи при цьому краї фільтру. Осад змивається вниз фільтру [30].

Після того, як стечуть останні краплі розчину, лійку необхідно накрити фільтрувальним папером і висушити у сушильній шафі. Далі фільтр потрібно вийняти, скласти і помістити у доведений до постійної маси тигель. Тигель з осадом поміщають у полум'я пальника для того, щоб відбувся процес озолення, але необхідно не допускати горіння.

Після цього тигель з фільтром і осадом переміщують у холодну муфельну чи тигельну піч. При вмиканні печі, напругу поступово збільшують для розігріву її до температури 600-800°C. Потім тигель потрібно прожарити за цієї температури ще 20-30 хвилин. Піч вимикають і охолоджують із закритими дверцятами. Брати тиглі з шафи для їх перенесення у ексікатор можна лише попередньо нагрітими щипцями [27].

У ексікаторі відбувається охолодження тигля, який надалі зважують на аналітичних терезах, знову проводять прожарювання і знову зважують. Цей процес продовжують до того часу, поки не отримано постійної маси, при якій результати паралельних зважувань не розходяться більше, ніж на 0,0004 г.

Для розрахунку концентрації сульфат-іонів, мг/дм³, використовують формулу [23]:

$$c_x = \frac{m \cdot 0,4116 \cdot 1000}{V},$$

де m – маса осаду $BaSO_4$, мг;

V – об'єм води, що досліджується, взятий для аналізу, cm^3 ;

0,4116 – коефіцієнт перерахунку маси $BaSO_4$ на масу SO_4^{2-} .

2.2.4. *Фотоколориметричне визначення нітрат-іонів.* Метод базується на взаємодії нітрат-аніонів з саліцилатом Натрію у кислому середовищі, під час якої утворюються 3-нітросаліцилова та 5-нітросаліцилова кислоти [26].

Для проведення аналізу, необхідно до $10cm^3$ води додати $1cm^3$ свіжовиготовленого 0,5%-го розчину саліцилату Натрію і випарювати у фарфоровій чашці на водяній бані доти, поки розчин повністю не висохне. Отриманий сухий залишок необхідно охолодити, додати $1cm^3$ концентрованої сульфатної кислоти і залишити на 10 хвилин. Далі розбавити дистильованою водою, перенести у мірну колбу на $50cm^3$, додати $7cm^3$ розчину гідроксиду Натрію ($c(NaOH)=10$ моль/ dm^3), довести до риски вміст кобли дистильованою водою і перемішати. Охолодити, так же довести об'єм розчину до риски, перемішати і виміряти оптичну густину при $\lambda=410$ нм проти холостої проби, яка проходить таку ж обробку, як і дослідна, але замість досліджуваної води в ній міститься дистильована [31].

Вміст нітрат-аніонів знаходять за калібрувальним графіком (додаток В).

Для того, щоб побудувати калібрувальний графік, необхідно приготувати стандартні розчини з 0; 0,005; 0,01; 0,02; 0,05; 0,10; 0,20мг NO_3^- . Потрібно відібрати 0; 0,5; 1,0; ...20 cm^3 стандартного розчину нітрату Калію з концентрацією 0,01мг/ cm^3 NO_3^- і довести дистильованою водою. Далі здійснюють всі вищезазначені операції та будують калібрувальний графік з координатами: А – вміст NO_3^- , мг.

Для визначення концентрації нітрат-аніонів використовують формулу:

$$C(1/1\text{NO}_3^-) = \frac{a \cdot 1000}{V \cdot M(1/1 \text{NO}_3^-)} \text{ моль/дм}^3,$$

де a – маса нітрат-аніонів, яку знайдено за калібрувальним графіком, мг;

V – об'єм води, що досліджується, взятий для аналізу, см³;

$M(1/1\text{NO}_3^-)$ – молярна маса еквівалента NO_3^- , моль/дм³.

2.2.5. Титриметричне визначення вмісту гідрокарбонат-іонів.

Принцип методу полягає у процесі нейтралізації гідрокарбонат-аніонів хлоридною кислотою [25].

Для проведення аналізу, необхідно відібрати в конічну колбу об'ємом 250 см³ від 25 до 50 см³ досліджуваної води, об'єм якої доводиться дистильованою водою до 100 см³. Далі потрібно додати 2-3 краплі індикатору метилового помаранчевого і титрувати робочим розчином хлоридної кислоти (0,1 моль/дм³) до того часу, поки забарвлення не зміниться із жовтого на рожевий. Якщо у пробі більше, ніж 300мг/дм³ гідрокарбонат-аніонів, пробу 5-7 хвилин кип'ятять зі зворотним повітряним холодильником [28].

Для знаходження масової концентрації гідрокарбонат-аніонів (c), мг/дм³, використовують формулу:

$$c = \frac{V(\text{HCl}) \cdot C\left(\frac{1}{1}\text{HCl}\right) \cdot 61 \cdot 1000}{V(\text{проби})},$$

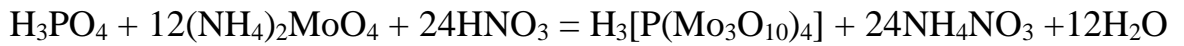
де $V(\text{HCl})$ – об'єм розчину хлоридною кислоти, витрачений на титрування, см³;

$C(1/1\text{HCl})$ – молярна концентрація еквіваленту розчину хлоридної кислоти, моль/дм³;

61 – грам-еквівалент гідрокарбонат-іонів;

$V(\text{проби})$ – об'єм досліджуваної води, взятий для аналізу, см³.

2.2.6. *Фотоколориметричне визначення фосфатів.* Метод заснований на реакції ортофосфатів з молібдатом амонію у кислому середовищі з рН 0,8-0,95, в результаті чого утворюється фосфорномолібденова гетерополікислота $\text{H}_3[\text{P}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ жовтого кольору [25].



При цьому, чим інтенсивнішим є забарвлення утвореного розчину, тим більша концентрація фосфатів. Також за допомогою цього методу можна встановити вміст поліфосфатів після їх гідролітичного розкладу у кислому середовищі. За цим методом встановлюється мінімально 0,02мг $\text{PO}_4^{3-}/\text{дм}^3$ [32].

Для проведення аналізу, необхідно у мірну колбу на 250см³ відібрати 100см³ проби води, внести 2см³ розчину сульфатної кислоти (w=37%), закрити пробкою з повітряним холодильником. Отриману сушім потрібно кип'ятити 30 хвилин, щоб відбувся гідроліз поліфосфату в ортофосфат. Колбу охолодити, нейтралізувати суміш розчином NaOH (w=10%) за фенолфталеїном, перелити у мірну колбу об'ємом 100см³ і довести дистильованою водою до мітки. Далі, за допомогою піпетки необхідно відібрати 25см³ розчину в мірну колбу на 50см³, додати 5см³ сульфатної кислоти (5моль/дм³), 5см³ розчину сульфату Натрію (w=20%), і під час перемішування додавати по краплях 5см³ розчину молібдату амонію (w=5%). Потім, потрібно довести вміст колби до мітки дистильованою водою, перемішати і виміряти оптичну густину при $\lambda=560\text{нм}$ проти холостої проби. В холостій пробі є всі ті ж складові, але замість досліджуваного розчину беруть 25см³ дистильованої води.

За побудованим калібрувальним графіком можна встановити вміст фосфатів у досліджуваній пробі води (додаток Г).

Для того, щоб побудувати калібрувальний графік, необхідно у мірні колби на 50см³ відібрати за допомогою піпетки 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 см³ стандартного розчину дигідрофосфату Калію (0,01мг $\text{PO}_4^{3-}/\text{см}^3$),

додати 10-15см³ дистильованої води, потім 5см³ сульфатної кислоти ($c(1/2H_2SO_4)=5,0\text{моль/дм}^3$), 5см³ розчину Na₂SO₃ (w=20%), 5см³ молібдату амонію (w=5%). Після цього, вміст колби необхідно довести дистильованою водою до 50см³, перемішати і через 10-15 хвилин колориметрувати так, як і проби з досліджуваним розчином [26].

Потрібно врахувати, що в отриманому ряді стандартних розчинів концентрація фосфатів у перерахунку на досліджувану пробу води складає 0,2; 0,4; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0мг PO₄³⁻/дм³.

За допомогою формули можна встановити вміст фосфатів у досліджуваній воді в мг PO₄³⁻/дм³:

$$c_x = c_0 \cdot n,$$

де c_0 – концентрація PO₄³⁻, за калібрувальним графіком, мг/дм³;

n – ступінь розбавлення води перед аналізом.

Якщо вода не розбавлялась, $n=1$.

2.2.7. Комплексометричне визначення загальної твердості води.

Метод полягає у взаємодії катіонів Кальцію та Магнію з трилоном Б в середовищі луку в присутності індикатора хромогену чорного, в результаті чого утворюються безбарвні комплексні сполуки (рН=10) [33].

Для проведення аналізу, необхідно внести мірну колбу на 100 см³ до rischi води, що досліджується, далі, вміст треба перенести у конічну колбу для титрування на 250 см³, додати 10 см³ амонійного буферного розчину і кристалічний індикатор еріохром чорний. При цьому потрібно враховувати, що червоно-фіолетове забарвлення розчину не повинно бути дуже інтенсивним. Отриманий розчин необхідно нагріти до температури приблизно 40°C, за якої ми зможемо спостерігати за більш чітким переходом забарвлення розчину.

За допомогою титрованого робочого розчину комплексону III проводять процес титрування до зміни забарвлення вмісту колби на синє.

2.2.8. *Гравіметричне визначення сухого залишку.* Для проведення аналізу потрібно заповнити до позначки сухої мірної колби на 50-100 см³ водою, що досліджується. Перед цим пробу води відфільтровують через паперовий або мембранний фільтр. Воду, частинами, потрібно налити у порцелянову чашку, випарувати насухо на водяній бані, при цьому зважену до цього чашку слід заповнити водою не більше ніж $\frac{3}{4}$ об'єму [34]. Коли вся вода випарується, необхідно ретельно витерти зовнішню поверхню чашки за допомогою фільтрувального паперу, попередньо змоченого розведеною (1:5) хлоридною кислотою, ополоснути дистильованою водою, сушити паперовим фільтром. Чашку з сухим залишком необхідно помістити у сушильну шафу, попередньо прогріту до 105°C і 3 години витримати за цієї ж температури. Далі 30-50 хвилин охолодити в ексікаторі і швидко зважити з точністю до 0,0002 г. Операцію згодом повторюють протягом 30 хвилин для перевірки повноти висушування. При цьому, слід враховувати, що відмінність в масах першого та другого зважування не повинна бути більшою, ніж 0,0002 г. За допомогою формули визначають вміст сухого залишку С, мг/дм³ [35]:

$$C = (m_2 - m_1) \cdot 1000 / V,$$

де m_1 – маса пустої фарфорової чашки, мг;

m_2 – маса висушеного залишку з чашкою, мг;

V – об'єм води, що взято для аналізу, см³.

2.2.9. *Титриметричне визначення перманганатної окиснюваності.* Метод полягає у процесі окиснення органічних речовин розчином перманганату Калію при кип'ятінні у кислому або лужному середовищі.

За допомогою методу можна встановити кількість речовин органічного походження, на окиснення яких витрачається до 10 мг/дм^3 кисню [36].

Для проведення аналізу, необхідно внести 100 см^3 досліджуваної проби води у конічну колбу на 250 см^3 , помістити туди пористий фарфор. Після цього, потрібно прилити $0,5 \text{ см}^3$ концентрованого розчину гідроксиду Натрію ($w=33\%$) та 20 см^3 розчину калій перманганату ($0,01 \text{ моль/дм}^3$). За допомогою годинникового скла прикрити колбу і кип'ятити 10 хвилин від моменту закипання. Поки розчин гарячий, до нього необхідно прилити 5 см^3 сульфатної кислоти (1:2), 20 см^3 розчину оксалатної кислоти ($0,01 \text{ моль/дм}^3$), титрувати розчином перманганату Калію ($0,01 \text{ моль/дм}^3$) зійми забарвлення вмісту колби на рожеве. При цьому потрібно паралельно провести дослід з холостою пробєю [37].

За допомогою формули можна встановити окиснюваність (c), мг/дм^3 , спожитого кисню:

$$c = \frac{(V(\text{KMnO}_4)_{\text{досл.}} - V(\text{KMnO}_4)_{\text{холост.}}) \cdot C(1/5\text{KMnO}_4) \cdot 8 \cdot 1000}{V(\text{проби})},$$

де $V(\text{KMnO}_4)_{\text{досл.}}$ – об'єм розчину калій перманганату, який було витрачено на титрування досліджуваної проби води, см^3 ;

$V(\text{KMnO}_4)_{\text{холост.}}$ – об'єм розчину калій перманганату, який було витрачено на титрування холостої проби води, см^3 ;

$C(1/5\text{KMnO}_4)$ – молярна концентрація еквіваленту розчину калій перманганату, моль/дм^3 ;

8 – грам-еквівалент кисню, г/моль ;

$V(\text{проби})$ – об'єм досліджуваної води, взятий для аналізу, см^3 .

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ ВІРЬОВЧИНА ЗА ФІЗИКО-ХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

3.1 Характеристика об'єктів дослідження

Мала річка Вірьовчина протікає в Херсонській та Миколаївській областях і є правою притокою річки Кошова. Витік річки знаходиться біля села Новоіванівка, що розташоване в Миколаївській області. Річка Вірьовчина має протяжність у 115 км [38].

Останнім часом, в акваторії малої річки Вірьовчина складається зовсім несприятливий санітарний, екологічний та фізико-хімічний стан. Русло річки замулене мулово-піщаними наносами, які містять водорості. Варто також зазначити, околиці річки встелені сміттям, хашами, заростями, що має негативний вплив не лише на якість поверхневих вод річки, а й на стан ґрунтового покриву.

На сьогодні, є безліч факторів, які згубно позначаються на якості води річки Вірьовчина. Одним з таких є скидання неочищених стічних вод безпосередньо у басейн річки Північною виправною колонією № 90, яка відводить стоки до відпрацьованого кар'єру, що знаходиться у басейні річки, а це, в свою чергу, забруднює підземні води, які згодом місто Херсон використовує для водопостачання.

Згідно з даними Регіональної доповіді про стан навколишнього середовища у Херсонській області за 2018 рік у річці Вірьовчина виявлено перевищення показників якості поверхневих вод за 7 показниками, які відповідають за гідрохімічні властивості, такими як: сухий залишок, амонійний Нітроген, нітрати, фосфати, хлориди, Ферум загальний, хімічне споживання кисню (ХСК)) [16].

Таким чином, екологічний стан малої річки Вірьовчина потребує систематичного і регулярного моніторингу якості поверхневих вод, так

як на сьогодні він знаходиться у критичному стані. Тому необхідним є проведення ґрунтового дослідження вмісту хімічних компонентів у складі води, які впливають на загальну якість водного басейну річки Вільовчина.

Для проведення дослідження якості води малої річки Вільовчина в межах міста Херсону було відібрано змішані проби води у п'яти місцях, відповідно до мети аналізу (додаток Д) [23].

Точка №1 розташована на відстані у 500 метрів до ПАТ «Чорнобаївське».

Точка №2 – після ПАТ «Чорнобаївське» на аналогічній відстані.

Точка №3 розташована на відстані 1000 метрів до безпосереднього скидання стічних вод з міських очисних споруд.

Точка №4 розміщена через 1000 метрів після скидання стічних вод з міських очисних споруд.

Точка №5 розташована перед гирлом в річку Кошову, близько 6000 метрів від скиду стічних вод з міських очисних споруд для того, щоб визначити здатність річки до самоочищення.

Використовували чистий поліетиленовий посуд, попередньо промитий досліджуваною водою, об'ємом 1,5 дм³ для зберігання проб. Для відбору проб посуд занурювали у воду на 20-30 см, наповнюючи посуд до верху. Для проведення аналізу, осінню 2018 року, взимку 2019 року, весною 2019 року та осінню 2020 року було відібрано проби води у місцях із найбільшою течією. Дослідження було проведено за показниками якості води, які вказано у переліку інструментально-лабораторного контролю якості поверхневих вод за 2018 рік, які проводить лабораторія екологічних служб міста Херсон (додаток Е) [39].

Дані, які було отримано в ході дослідження представлені в таблицях 3.1, 3.2 та на рис. 3.1-3.12.

Для визначення орієнтовної екологічної оцінки якості поверхневих вод окремі визначені показники якості води потрібно порівняти з

відповідними критеріями якості води, які представлено в таблицях системи екологічної класифікації (додатки Є, Ж) та систематизованими в додатку З [20].

Аналіз представлених характеристик зазначених в додатках Є, Ж та З надає змогу віднести до першого класу якості – «дуже чисті» поверхневі води, які мають наступні значення за хімічними показниками: $\text{Cl}^- < 10 \text{ мг/дм}^3$, $\text{SO}_4^{2-} < 10 \text{ мг/дм}^3$, $\text{Fe}^{3+} < 0,05 \text{ мг/дм}^3$, за показниками мінералізації $< 200 \text{ мг/дм}^3$, завислі речовини $< 5 \text{ мг/дм}^3$, перманганатна окиснюваність $< 3,0 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, Нітроген нітратний $< 0,2 \text{ мг N/дм}^3$, Фосфор фосфатів $< 0,015 \text{ мгP/дм}^3$, мідь $< 0,001 \text{ мг/дм}^3$, Хром загальний $< 0,002 \text{ мг/дм}^3$, Нікель $< 0,001 \text{ мг/дм}^3$.

До другого класу якості – «чисті» відносять поверхневі води, які мають наступні значення за хімічними показниками: $\text{Cl}^- - 10-50 \text{ мг/дм}^3$, $\text{SO}_4^{2-} - 10-60 \text{ мг/дм}^3$, $\text{Fe}^{3+} - 0,05-0,1 \text{ мг/дм}^3$, за показниками мінералізації – $200-500 \text{ мг/дм}^3$, завислі речовини – $5-20 \text{ мг/дм}^3$, перманганатна окиснюваність – $3,0-8,0 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, Нітроген нітратний – $0,2-0,5 \text{ мг N/дм}^3$, Фосфор фосфатів – $0,015-0,05 \text{ мгP/дм}^3$, мідь – $0,002 \text{ мг/дм}^3$, Хром загальний – $0,005 \text{ мг/дм}^3$, Нікель – $0,01 \text{ мг/дм}^3$.

Третій клас якості поверхневих вод – «забруднені» характеризується хімічними показниками, які мають наступні значення: $\text{Cl}^- - 51-150 \text{ мг/дм}^3$, $\text{SO}_4^{2-} - 61-180 \text{ мг/дм}^3$, $\text{Fe}^{3+} - 0,1-1 \text{ мг/дм}^3$, за показниками мінералізації – $501-1000 \text{ мг/дм}^3$, завислі речовини – $21-50 \text{ мг/дм}^3$, перманганатна окиснюваність – $8,1-15,0 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, Нітроген нітратний – $0,51-1,0 \text{ мг N/дм}^3$, Фосфор фосфатів – $0,051-0,2 \text{ мгP/дм}^3$, мідь – $0,025 \text{ мг/дм}^3$, Хром загальний – $0,025 \text{ мг/дм}^3$, Нікель – $0,05 \text{ мг/дм}^3$.

Для четвертого класу якості – «брудні» характерні такі значення хімічних показників: $\text{Cl}^- - 151-300 \text{ мг/дм}^3$, $\text{SO}_4^{2-} - 181-500 \text{ мг/дм}^3$, $\text{Fe}^{3+} - 1-2,5 \text{ мг/дм}^3$, за показниками мінералізації – $1001-1500 \text{ мг/дм}^3$, завислі речовини – $51-100 \text{ мг/дм}^3$, перманганатна окиснюваність – $15,1-20,0 \text{ мг}$

O_2/dm^3 , Нітроген нітратний – 1,01-2,5 мг N/ dm^3 , Фосфор фосфатів – 0,051-0,2 мгP/ dm^3 , мідь – 0,025 мг/ dm^3 , Хром загальний – 0,025 мг/ dm^3 , Нікель – 0,1 мг/ dm^3 .

До п'ятого класу якості – «дуже брудні» відносять поверхневі води, які мають наступні значення за хімічними показниками: $Cl^- > 300$ мг/ dm^3 , $SO_4^{2-} > 500$ мг/ dm^3 , $Fe^{3+} > 2,5$ мг/ dm^3 , за показниками мінералізації > 1500 мг/ dm^3 , завислі речовини > 100 мг/ dm^3 , перманганатна окиснюваність $> 20,0$ мг O_2/dm^3 , Нітроген нітратний $> 20,0$ мг N/ dm^3 , Фосфор фосфатів $> 0,3$ мгP/ dm^3 , мідь $> 0,05$ мг/ dm^3 , Хром загальний $> 0,05$ мг/ dm^3 , Нікель $> 0,1$ мг/ dm^3 .

Таблиця 3.1

Результати дослідження якості поверхневих вод р. Вирьовчина за деякими фізичними показниками та показниками мінералізації і йонного складу

№ п/п	Місця відбору проб води	Період відбору проб	Показники якості води, мг/дм ³									
			t, °C	Водневий показник, рН (норма рН≤8)	Завислі речовини (ГДК≤20 мг/дм ³)	Сухий залишок (ГДК=1000 мг/дм ³)	Мінералізація (ГДК=500 мг/дм ³)	Питома електропровідність (ГДК=1,3 Ом ⁻¹ •см ⁻¹)	Загальна твердість води (ГДК≤10 ммоль-екв/дм ³)	Cl ⁻ (ГДК=50 мг/дм ³)	SO ₄ ²⁻ (ГДК=60 мг/дм ³)	HCO ₃ ⁻ (ГДК=1000 мг/дм ³)
1	перед птахофабрикою	вересень 2018	16	7	213±1,3	423±1,64	329±0,6	2,1•10⁻³±0,016	15,4±0,63	311,6±0,88	787,8±1,9	383,3±0,83
		лютий 2019	4	7	225±1,5	450±1,82	319±0,75	1,95•10⁻³±0,02	19,1±0,8	324,8±0,83	672,2±2,0	410,5±0,78
		квітень 2019	17	7	240±1,6	474±1,9	337±0,85	2,0•10⁻³±0,018	11,5±0,4	413,5±0,63	958,6±1,75	367,6±0,84
		вересень 2020	15	7	210±1,4	400±1,73	326±0,8	1,9•10⁻³±0,019	13,6±0,46	366,3±0,85	724,8±2,2	354,3±0,85
2	після птахофабрики	вересень 2018	16	7	130±0,95	443±1,68	285±0,73	1,7•10⁻³±0,028	11,5±0,39	396,1±0,72	824,5±1,78	342,2±0,82
		лютий 2019	4	7	160±1,05	412±1,76	282±0,67	1,6•10⁻³±0,027	13,3±0,43	322,3±0,83	834,0±1,89	367,8±0,84
		квітень 2019	17	7	100±0,9	314±1,52	318±0,8	1,8•10⁻³±0,02	11,0±0,45	381,6±0,76	876,3±1,86	392,8±0,83
		вересень 2020	15	7	180±1,1	466±1,86	297±0,7	1,7•10⁻³±0,025	12,5±0,37	485,2±0,62	863,5±1,85	338,2±0,88
3	вище скиду з очисних споруд	вересень 2018	16	7	125±0,9	398±1,5	225±0,54	1,6•10⁻³±0,029	11,8±0,3	322,5±0,72	832,2±1,88	366,7±0,85
		лютий 2019	4	7	150±1,02	402±1,74	244±0,58	1,55•10⁻³±0,03	12,5±0,37	307,1±0,85	861,0±1,88	358,7±0,85
		квітень 2019	17	7	100±0,9	190±1,1	273±0,64	1,66•10⁻³±0,03	10,7±0,22	360,3±0,86	901,4±1,83	381,2±0,84
		вересень 2020	15	7	160±1,05	422±1,78	266±0,63	1,6•10⁻³±0,027	11,4±0,4	421,3±0,64	851,2±1,87	376,7±0,85
4	нижче скиду з очисних споруд	вересень 2018	16	7	225±1,4	557±1,87	387±0,56	2,16•10⁻³±0,02	12,1±0,4	387,8±0,66	865,4±1,79	411,6±0,74
		лютий 2019	4	7	230±1,55	483±1,85	432±0,13	2,24•10⁻³±0,02	13,1±0,45	383,4±0,77	897,6±1,82	454,2±0,73
		квітень 2019	17	7	240±1,6	896±0,6	398±0,97	2,18•10⁻³±0,02	12,3±0,38	402,2±0,65	953,9±1,73	432,4±0,75
		вересень 2020	15	7	210±1,4	498±1,92	414±0,12	2,33•10⁻³±0,02	11,5±0,4	417,8±0,63	887,4±1,83	398,7±0,82
5	перед впаданням в річку Кошову	вересень 2018	16	7	230±1,55	420±1,88	318±0,75	1,83•10⁻³±0,02	11,1±0,3	346,2±0,86	695,2±1,86	392,6±0,72
		лютий 2019	4	7	250±1,65	600±2,2	335±0,8	1,9•10⁻³±0,019	15,4±0,63	395,8±0,78	785,3±1,92	308,5±0,65
		квітень 2019	17	7	220±1,5	460±1,84	295±0,7	1,8•10⁻³±0,02	10,3±0,2	378,1±0,93	850,7±1,87	285,7±0,63
		вересень 2020	15	7	220±1,5	500±1,93	314±0,75	1,85•10⁻³±0,02	13,1±0,45	320,0±0,82	733,2±1,94	343,7±0,87

Примітка: виділеним шрифтом позначено результати, які перевищують ГДК.

Таблиця 3.2

Результати дослідження якості поверхневих вод р. Вірьовчина за показниками вмісту біогенних елементів, деяких йонів металів та органічних забруднюючих речовин

№ п/п	Місця відбору проб води	Період відбору проб	Показники якості води, мг/дм ³						
			Перманганатна окиснюваність (ГДК=8,0 мг О ₂ /дм ³)	NO ₃ ⁻ (ГДК=50мг/дм ³)	PO ₄ ³⁻ (ГДК ≤ 3,5 мг /дм ³)	Fe ³⁺ (ГДК ≤ 0,1 мг/дм ³)	Cr ³⁺ (ГДК ≤ 0,005 мг/дм ³)	Cu ²⁺ (ГДК ≤ 0,002 мг/дм ³)	Ni ²⁺ (ГДК ≤ 0,01 мг/дм ³)
1	перед птахофабрикою	вересень 2018	9,6±0,06	16,7±0,74	0,28±0,016	0,06±0,002	відсутній	відсутній	відсутній
		лютий 2019	8,7±0,07	19,8±0,8	0,37±0,016	0,04±0,003	відсутній	відсутній	відсутній
		квітень 2019	9,2±0,09	17,3±0,76	0,46±0,017	0,05±0,002	відсутній	відсутній	відсутній
		вересень 2020	11,1±0,12	22,6±0,84	0,25±0,015	0,15±0,006	відсутній	відсутній	відсутній
2	після птахофабрики	вересень 2018	11,1±0,15	16,8±0,72	0,76±0,028	0,02±0,0015	відсутній	відсутній	відсутній
		лютий 2019	10,8±0,1	17,5±0,76	0,92±0,03	0,03±0,0015	відсутній	відсутній	відсутній
		квітень 2019	11,8±0,14	16,3±0,73	0,82±0,025	0,02±0,0015	відсутній	відсутній	відсутній
		вересень 2020	11,3±0,125	15,8±0,7	0,73±0,027	0,15±0,006	відсутній	відсутній	відсутній
3	вище скиду з очисних споруд	вересень 2018	9,2±0,1	13,5±0,6	0,53±0,022	0,06±0,003	відсутній	відсутній	відсутній
		лютий 2019	9,9±0,12	12,2±0,5	0,55±0,018	0,04±0,002	відсутній	відсутній	відсутній
		квітень 2019	9,4±0,11	9,3±0,4	0,76±0,027	0,05±0,002	відсутній	відсутній	відсутній
		вересень 2020	9,6±0,1	15,4±0,68	0,63±0,02	0,16±0,006	відсутній	відсутній	відсутній
4	нижче скиду з очисних споруд	вересень 2018	8,4±0,05	8,25±0,37	0,75±0,02	0,10±0,005	відсутній	відсутній	відсутній
		лютий 2019	8,8±0,07	9,1±0,4	0,66±0,02	0,10±0,003	відсутній	відсутній	відсутній
		квітень 2019	9,2±0,09	8,4±0,38	0,92±0,03	0,15±0,006	відсутній	відсутній	відсутній
		вересень 2020	8,6±0,07	12,4±0,5	0,84±0,03	0,40±0,016	відсутній	відсутній	відсутній
5	перед впаданням в річку Кошову	вересень 2018	8,6±0,12	5,2±0,18	0,42±0,017	0,20±0,015	відсутній	відсутній	відсутній
		лютий 2019	11,7±0,14	4,3±0,15	0,34±0,016	0,15±0,006	відсутній	відсутній	відсутній
		квітень 2019	12,1±0,15	6,1±0,2	0,36±0,016	0,20±0,01	відсутній	відсутній	відсутній
		вересень 2020	9,4±0,09	6,2±0,2	0,52±0,018	0,25±0,015	відсутній	відсутній	відсутній

Примітка: виділений шрифтом позначено результати, які перевищують ГДК.

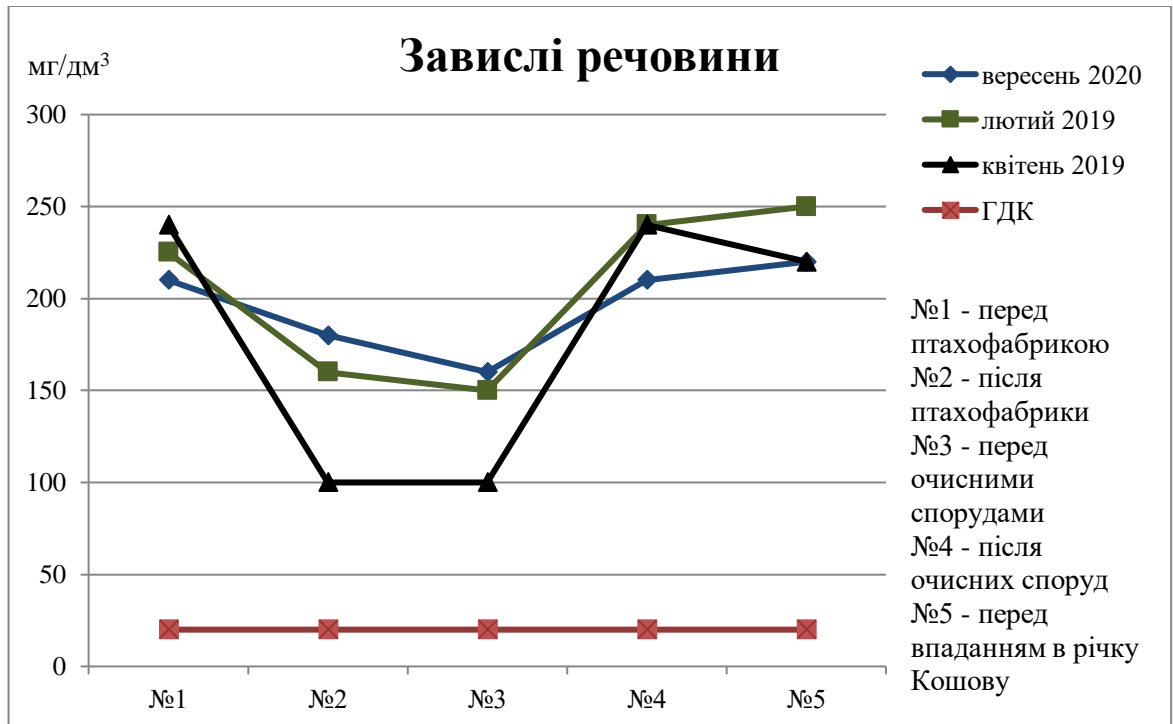


Рисунок 3.1 – Концентрація завислих речовин в різних точках відбору проб води річки Вірьовчина

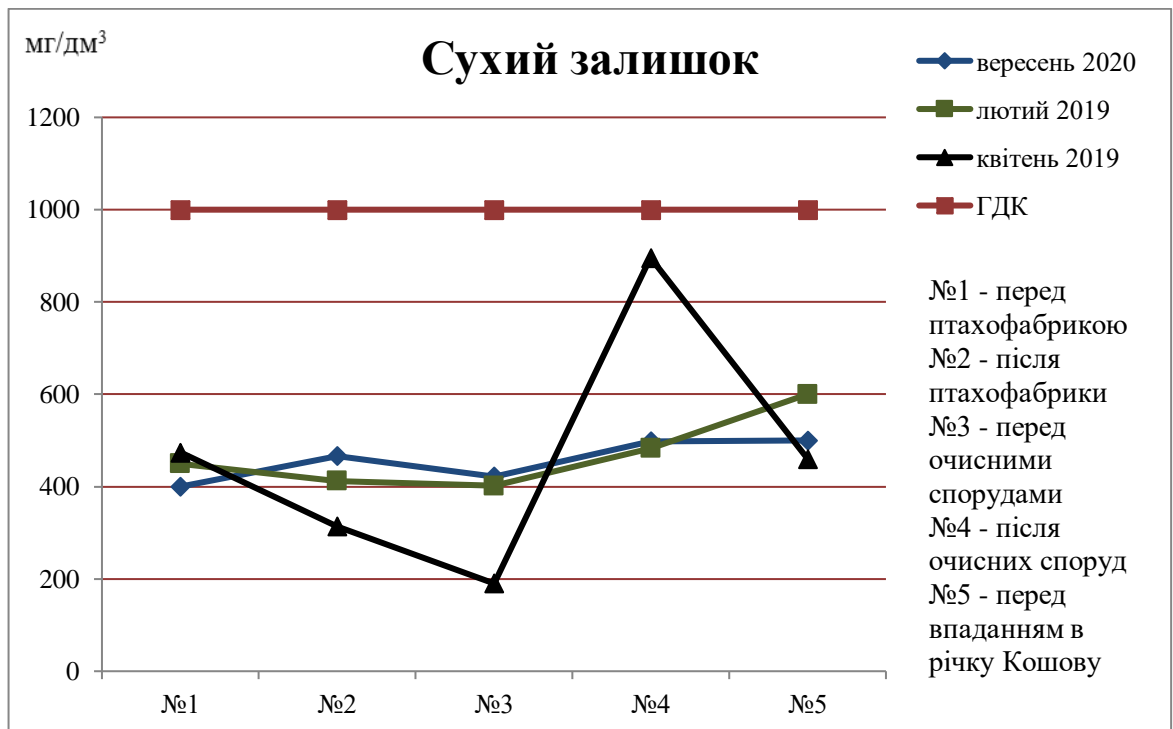


Рисунок 3.2 – Концентрація сухого залишку в різних точках відбору проб води річки Вірьовчина

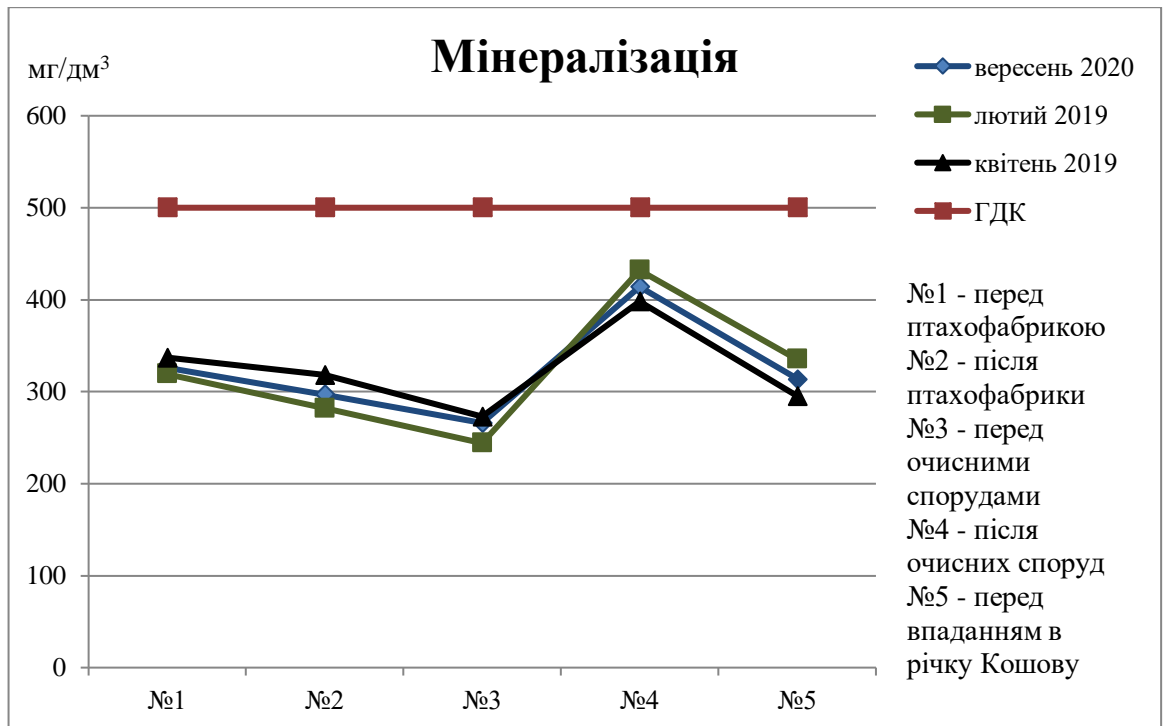


Рисунок 3.3 – Величина мінералізації в різних точках відбору проб води річки Вірьовчина

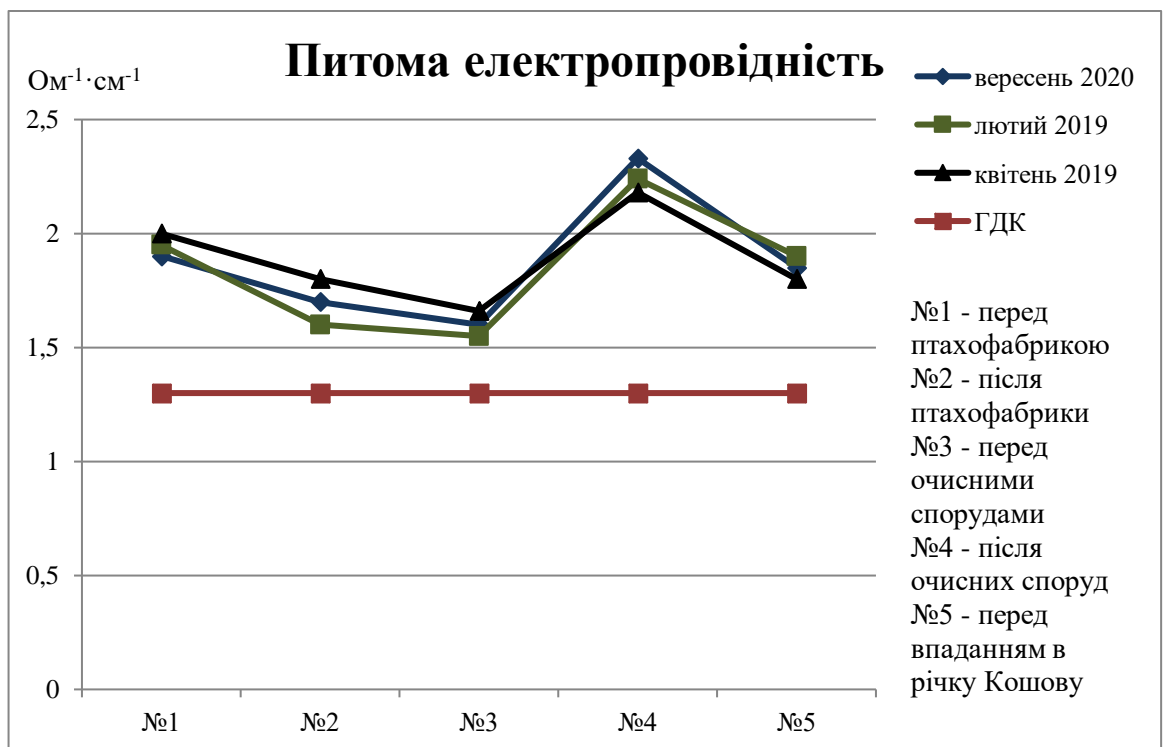


Рисунок 3.4 – Величина питомої електропровідності в різних точках відбору проб води річки Вірьовчина

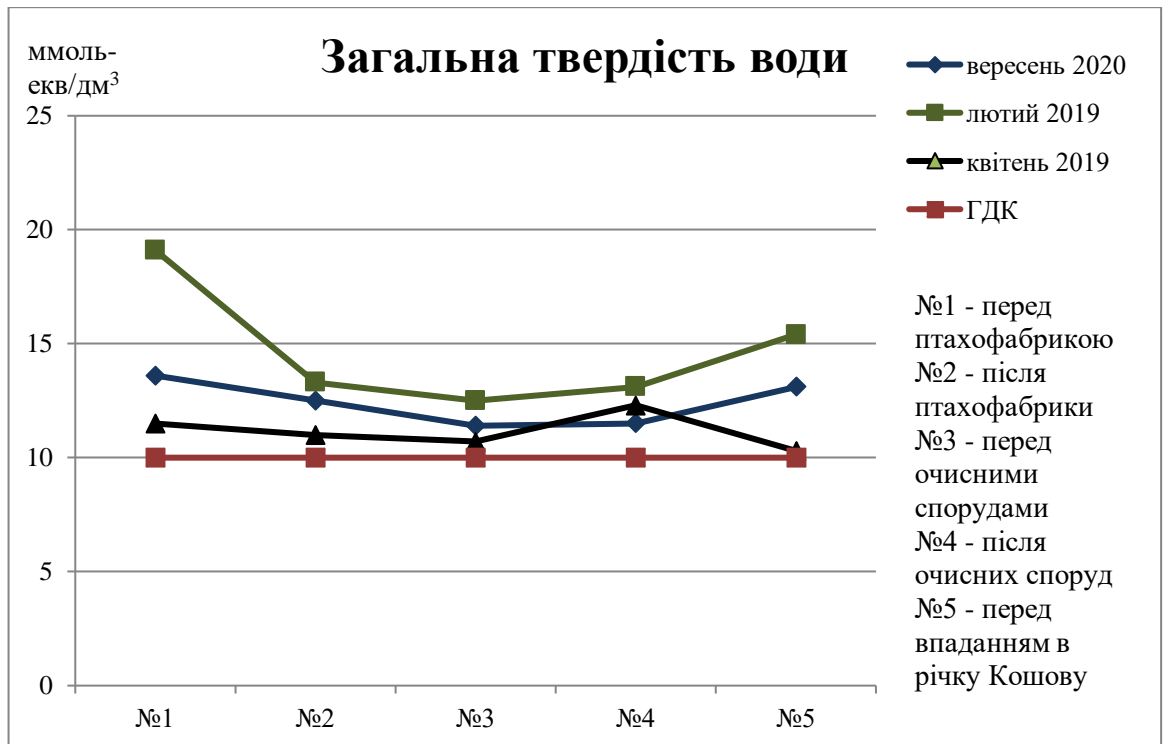


Рисунок 3.5 – Величина загальної твердості води в різних точках відбору проб води річки Віршовчина

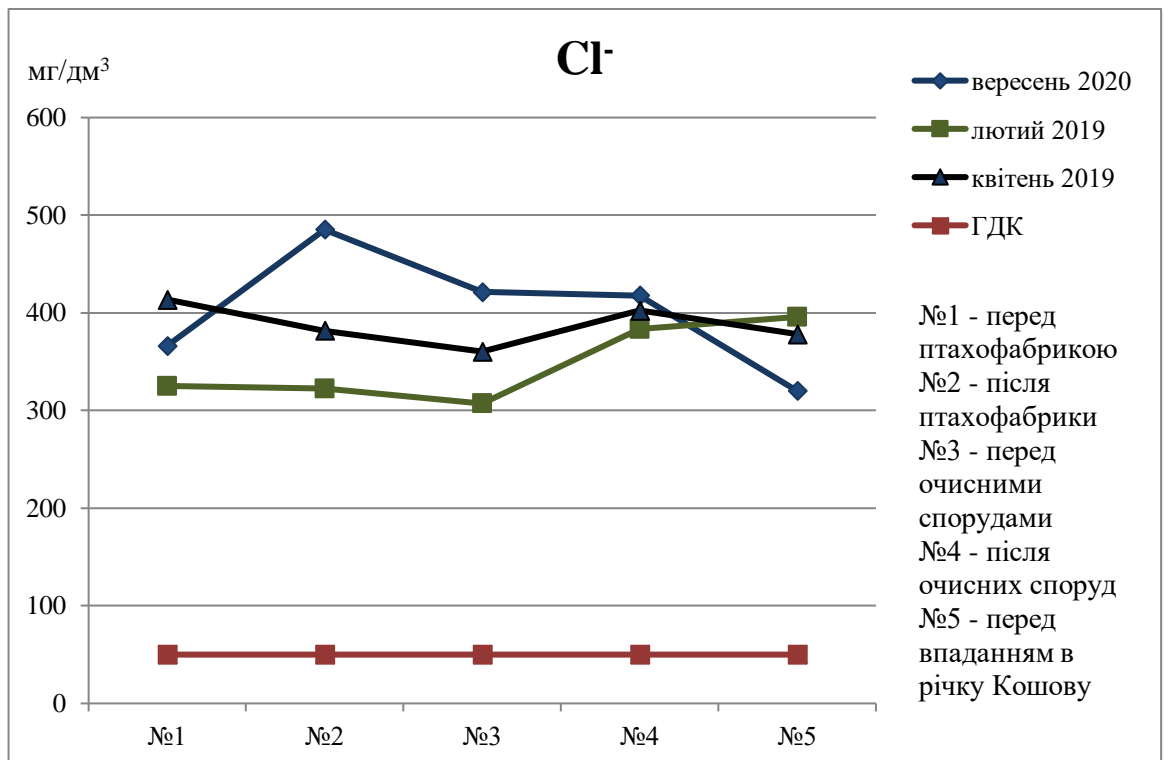


Рисунок 3.6 – Концентрація хлорид-іонів в різних точках відбору проб води річки Віршовчина

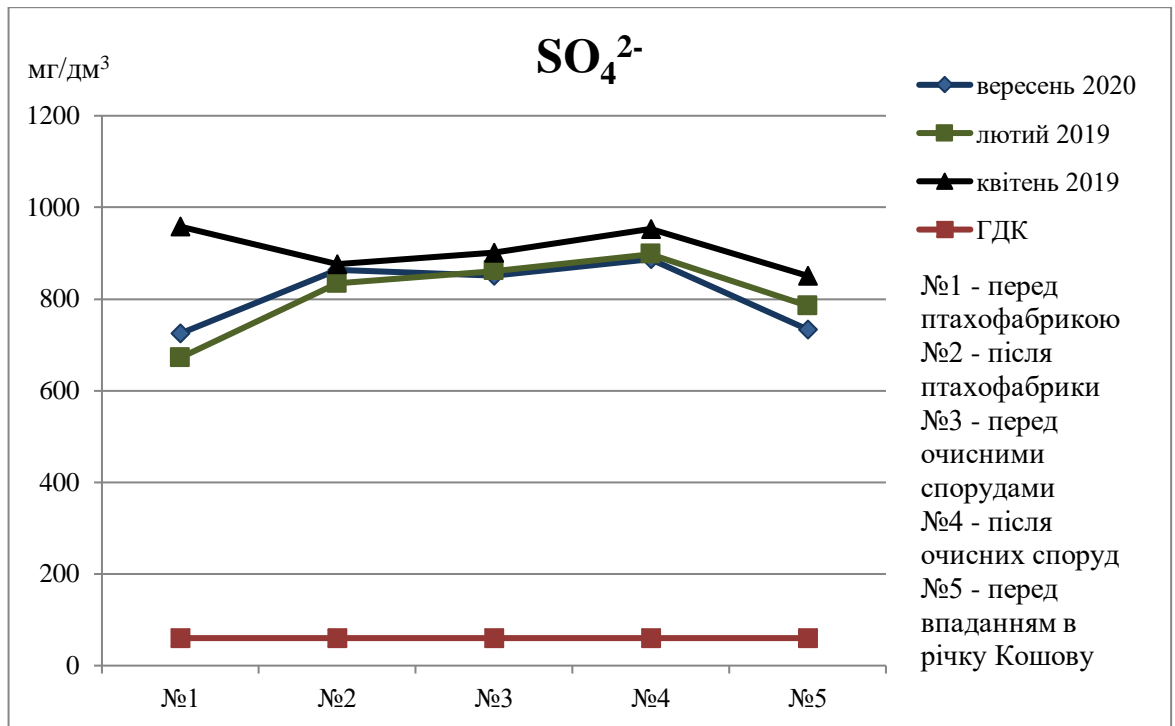


Рисунок 3.7 – Концентрація сульфат-іонів в різних точках відбору проб води річки Віршовчина

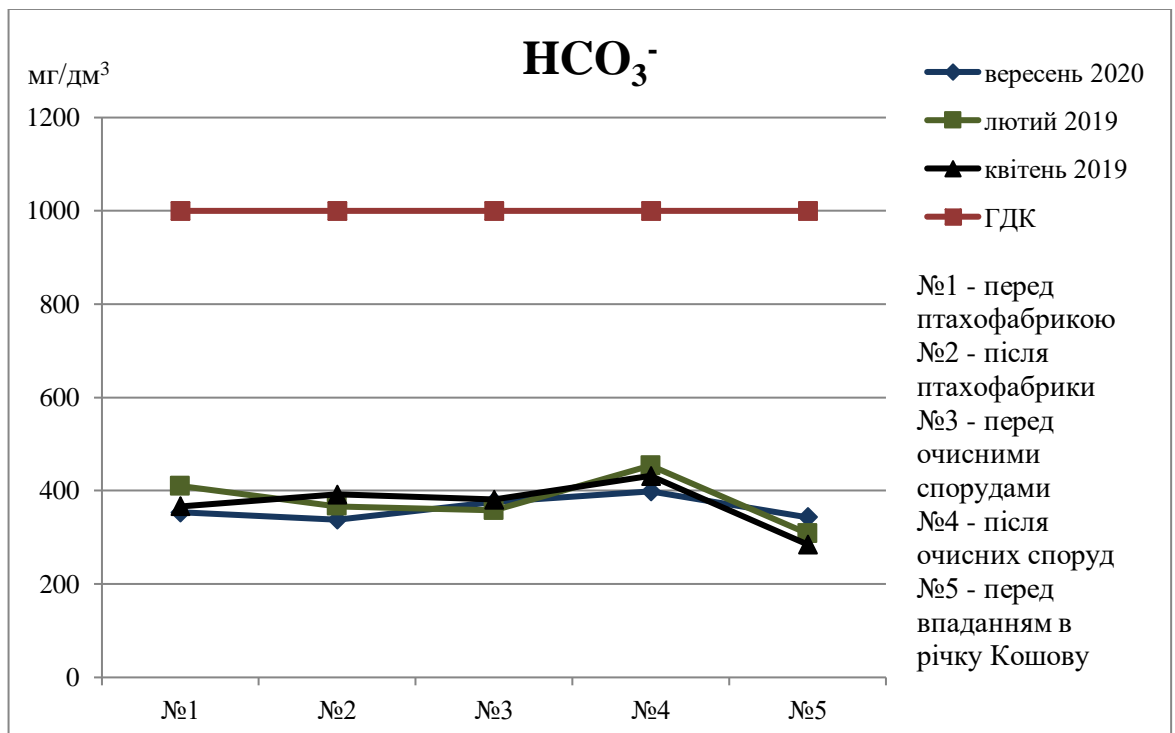


Рисунок 3.8 – Концентрація гідрокарбонат-іонів в різних точках відбору проб води річки Віршовчина

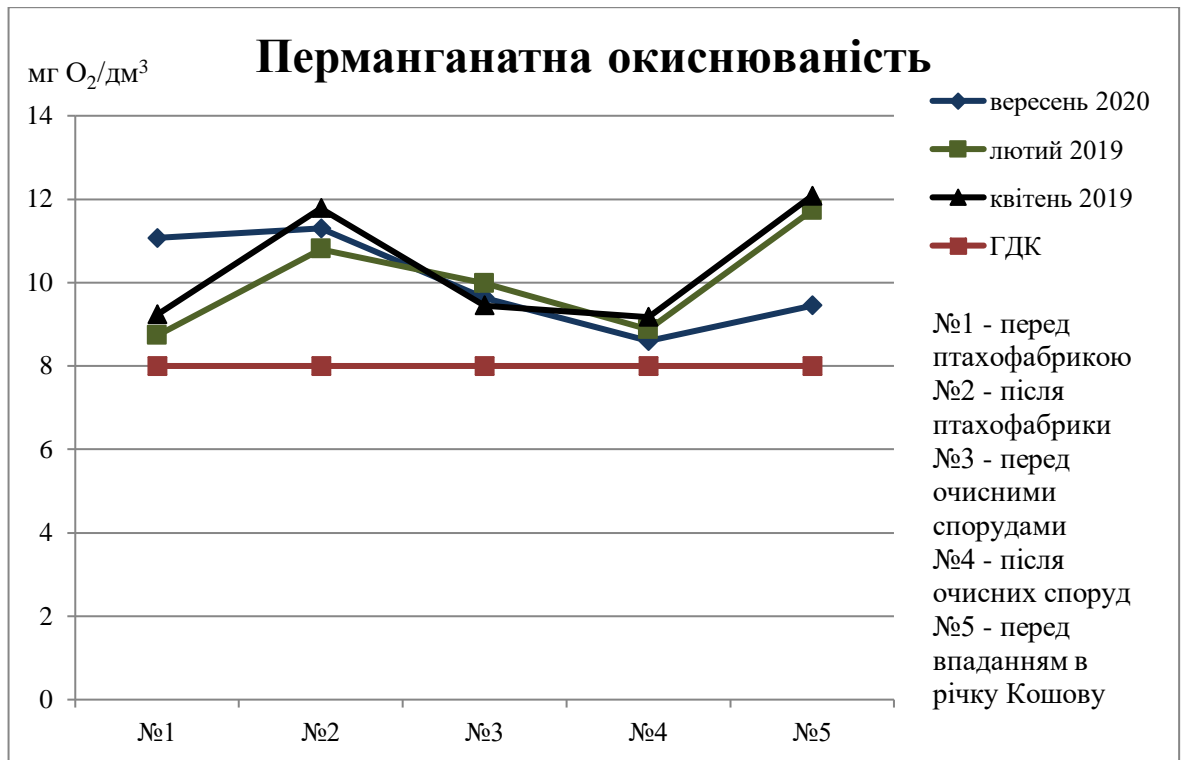


Рисунок 3.9 – Величина перманганатної окиснюваності в різних точках відбору проб води річки Вірьовчина

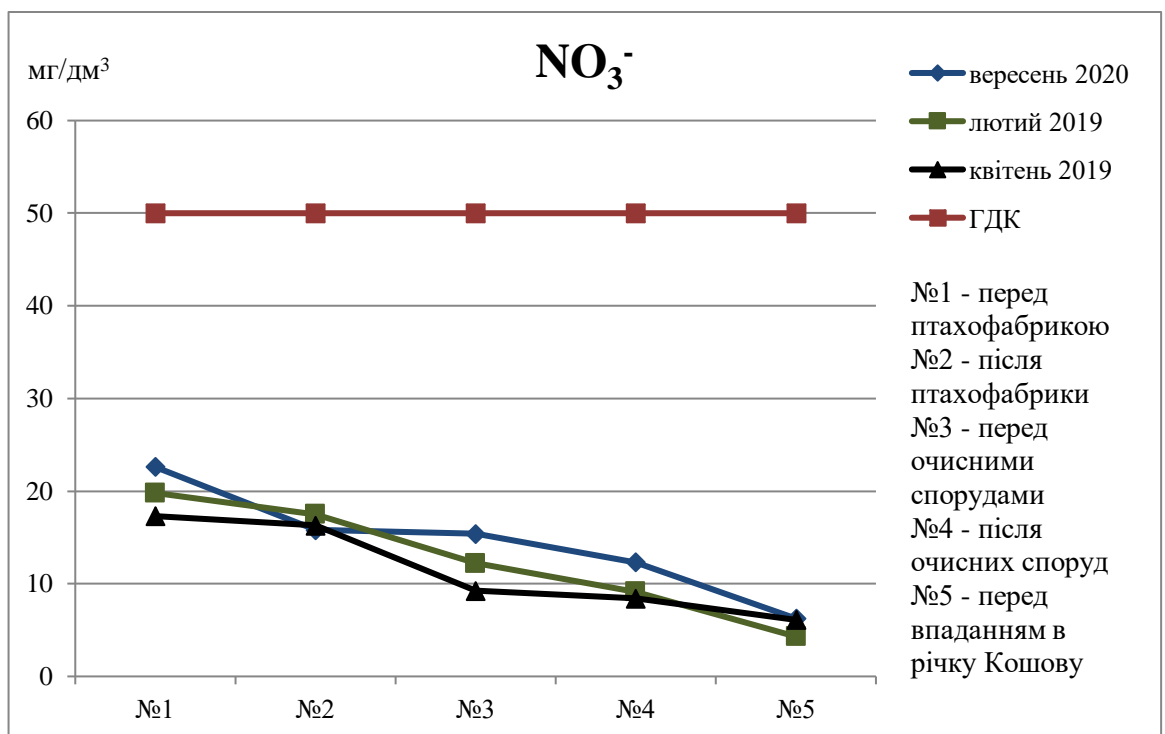


Рисунок 3.10 – Концентрація нітрат-іонів в різних точках відбору проб води річки Вірьовчина

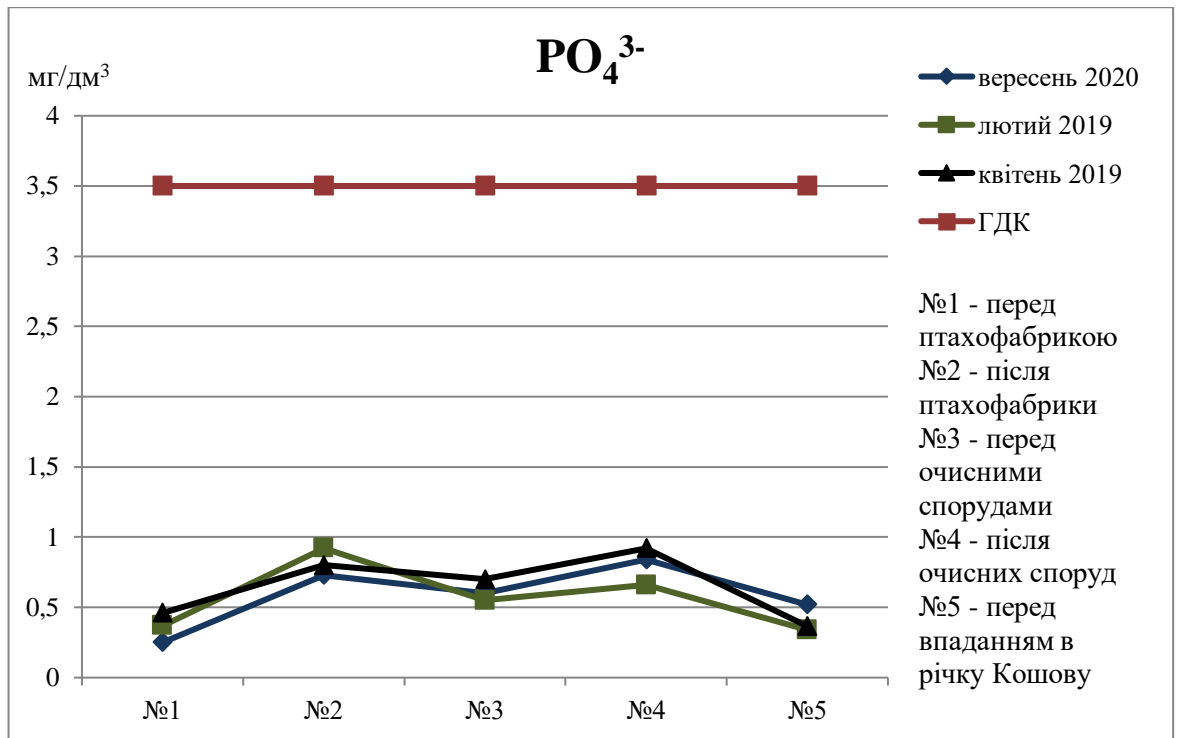


Рисунок 3.11 – Концентрація фосфат-іонів в різних точках відбору проб води річки Вірьовчина

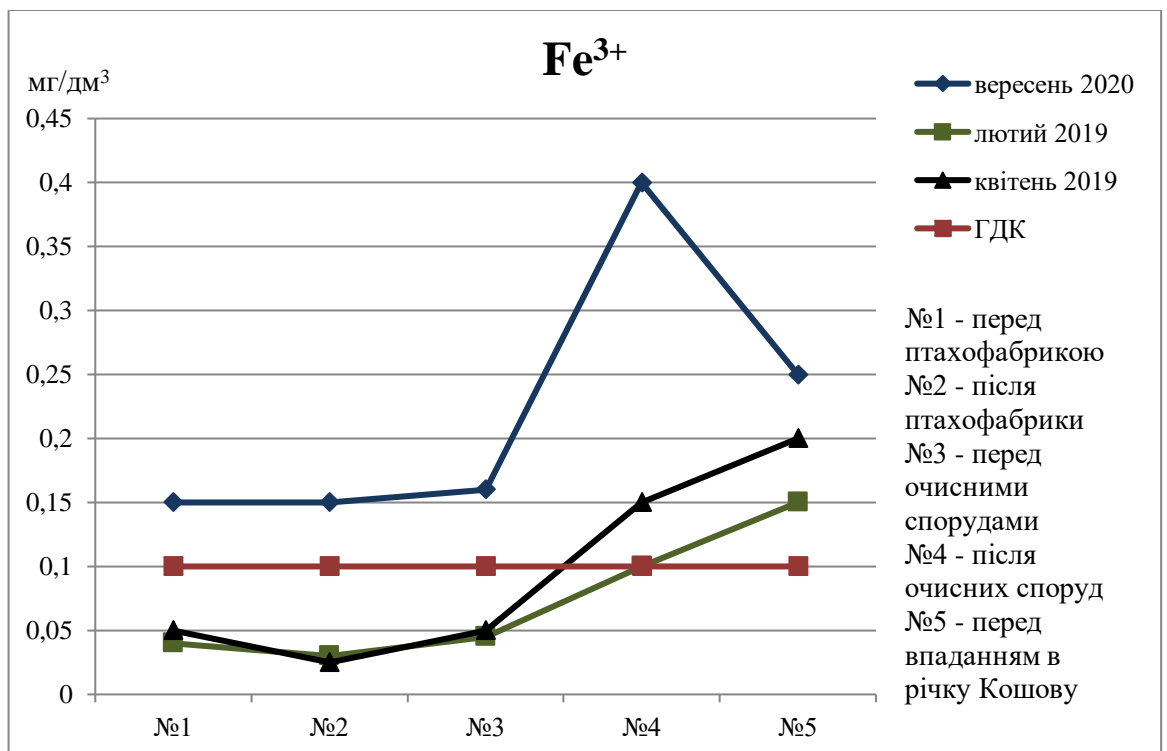


Рисунок 3.12 – Концентрація іонів Fe^{3+} в різних точках відбору проб води річки Вірьовчина

3.2 Аналіз результатів дослідження

За результатами роботи проведено аналіз одержаних даних, і з'ясовано, що активність водного середовища досліджуваного водного об'єкту річки Вірьовчина знаходиться в межах нейтральності, що відповідає нормативним показникам і що характерно, даний показник має значення рН, які не залежать від сезонності пробовідбору.

Аналізуючи зміну концентрації за графіками залежності вмісту забруднювачів від сезону можна сказати, що певні показники якості є закономірними (наприклад, показники завислих речовин, мінералізації, твердості води, перманганатної окиснюваності, нітратів, фосфатів), що є прямим свідченням того, що забруднення поверхневих вод річки Вірьовчина відбувається регулярно за рахунок впливу стаціонарних джерел забруднення (підприємств, очисних споруд, житлового сектору).

Так же, аналізуючи отримані результати (рис. 3.1-3.12) варто вказати, що вода річки Вірьовчина у місці відбору проб №1 (перед птахофабрикою) вже наднормативно забруднена за 7 показниками якості води, такими як завислі речовини (в 12 разів), хлорид-аніони (у 7 разів), сульфат-аніони (в 13 разів), йони Феруму (III) (в 1,5 рази). У зв'язку з цим за орієнтовною екологічною оцінкою таку воду можна віднести до категорії «Дуже брудна». Наявий стан поверхневих вод річки Вірьовчина можна пояснити впливом діяльності людини, серед яких: великі об'єми скидів забруднюючих речовин з підприємств, які спеціалізуються на харчовій промисловості (наприклад, ТОВ «Данон Дніпро»), побутових скидів з районів, які розташовані вище за течією річки, таких як Суворівський (село Степанівка) та Дніпровський (село Зеленівка) [40].

Після того, як вода річки Вірьовчина проходить відстань у 1000 метрів від точки відбору проб №1 до точки №2, показники якості певних компонентів неорганічного походження дещо зменшуються (наприклад,

показники мінералізації, сухого залишку, завислих речовин, катіонів та аніонів, які впливають на твердість води зменшуються (приблизно в 1,5 рази), що може бути спричиненим процесами осадження, коагуляції тощо. Але поряд з цим, збільшується наднормативна частка елементів, які є біогенними. Так, наприклад, вміст аніонів PO_4^{3-} збільшився в 2,3 рази, що може бути спричиненим скидами відпрацьованих забруднених стічних вод та решток органічного походження (пташиний послід, мертві кури) з ПАТ «Чорнобаївське».

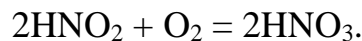
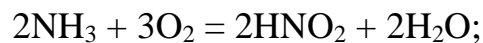
Аналізуючи показники якості води, відібрані у точці відбору №3, що розташована вище міських очисних споруд міста Херсон, можна сказати, що поверхневі води річки Вірвовчина мають дещо менший вміст забруднюючих речовин неорганічного походження (наприклад, сухого залишку, мінералізації, хлорид-аніонів, перманганатної окиснюваності та вмісту фосфатів), що може бути поясненим розбавленням поверхневих вод річки Вірвовчина та їх самовідновленням.

У точці відбору проб №4 (після скидів з міських очисних споруд міста Херсон) показники якості води характеризуються збільшенням концентрації. Так, наприклад, в цій точці відбору проб встановлено перевищення вмісту йонів Феруму(III) в 1,5 рази. Ці йони можуть з'являтися у водоймі через металеві конструкції обладнання підприємств та побутових металевих речей мешканців, які створили справжнє сміттєзвалище на береговій лінії річки Вірвовчина. Також, спостерігається збільшення концентрації таких показників, як завислі речовини, сухий залишок, фосфати, що може бути спричиненим скиданням побутових стічних вод з миючими засобами житловим сектором.

Аналізуючи проби води, відібрані у точці відбору №5 (гирло річки Кошова), варто зазначити, що поверхневі води річки Вірвовчина містять великі кількості неорганічних речовин, які майже в 6 разів більші за

нормативні показники якості та органічних речовин, концентрація яких більша за ГДК в 1,5 рази.

Проводячи аналіз вмісту нітрат-аніонів, що містять елемент Нітроген, який є біогенним, варто вказати, що в поверхневих водах річки Вірьовчина наявні забруднювачі. Найбільшу концентрацію нітрат-аніонів встановлено у точці відбору проб води №1, яка розташована після безлічі підприємств та в точці №2, що може бути прямим свідченням того, що у воду річки Вірьовчина скидають рештки сполук органічного походження. Далі, під дією мікроорганізмів, що населяють водойму, нітрат-аніони зазнають розкладу до амоніаку, який в свою чергу у водному середовищі під впливом процесу окиснення та бактерій *Nitrosomonas* і *Nitrobacter* зазнає перетворень у нітритну, а згодом у нітратну кислоту [40]:



Зазначені вище процеси відбуваються у часі, тому вміст нітрат-аніонів може бути свідченням того, що забруднення поверхневих вод є давнім, і вода вже встигла частково самовідновитися.

З даних рисунка 3.13 можна встановити, що таке надмірне навантаження, спричинене людьми на поверхневі води річки Вірьовчина спричинює вплив на її буферну ємність до самоочищення та критичне за показниками забруднення води, тому навіть після подолання річкою Вірьовчина відстані від точки відбору проб №1 до точки №5, що складає майже 9000 м, можна вказати, що резервні можливості річки є недостатніми для її самоочищення. Тому, воду, яка тече в річку Кошову з Вірьовчиної, за класом якості води можна віднести до категорії «Брудна» [20].

В результаті дослідження було встановлено, що скиди відпрацьованих вод з птахофабрики та стічних вод, які є не доочищеними, з міських очисних споруд Херсону, спричинює

погіршення якості поверхневих вод річки Вірьовчина. Також, варто зазначити, що резервні можливості річки є недостатніми для її самоочищення, тому воду річки Вірьовчина за класом якості води можна віднести до категорії «Брудна» і саме вода такої якості впадає в гирло річки Кошова.

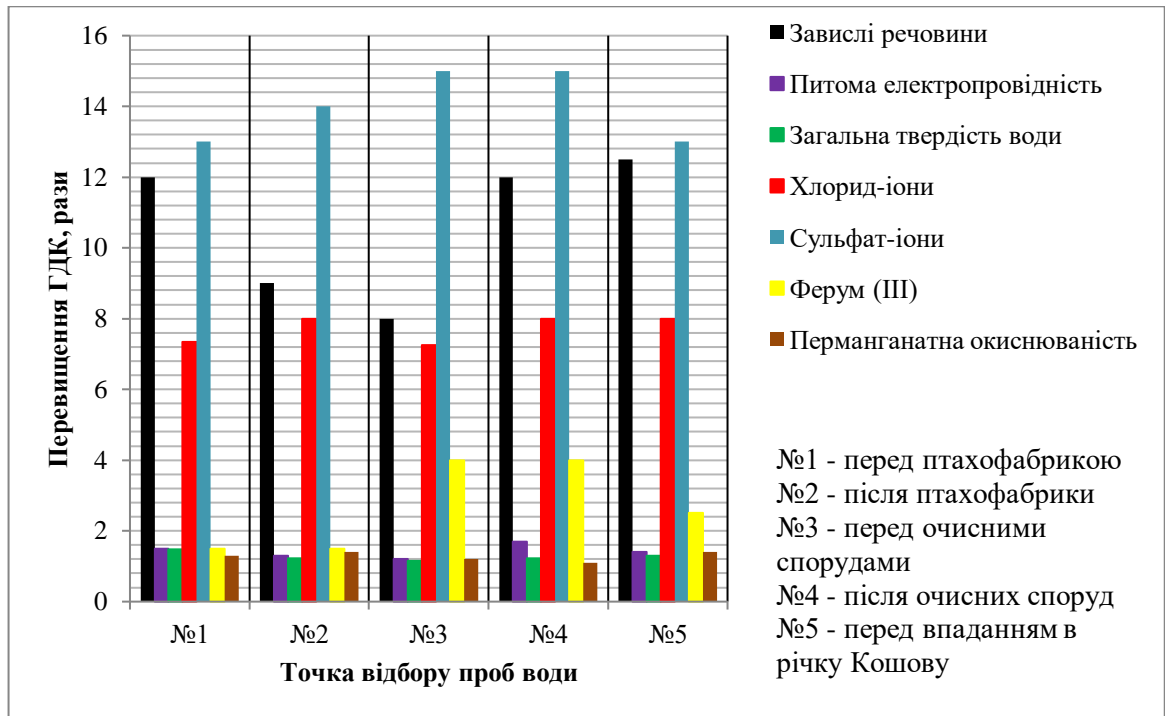


Рисунок 3.13 – Вміст забруднюючих хімічних речовин в поверхневих водах річки Вірьовчина

ВИСНОВКИ

1. За літературними джерелами в ході роботи з'ясовано, що основними антропогенними забруднювачами природного водного середовища є речовини різної хімічної природи, стічні води, стоки з фермерських господарств, промислові відходи, витіки нафти, тверді відходи, теплове та атмосферне забруднення, а одним із основних та визначальних заходів по запобіганню цих видів забруднення є систематичний моніторинг якості поверхневих вод, який є основою для розробки заходів з охорони водних об'єктів.
2. Проведений літературний аналіз з визначення показників якості поверхневих вод малих річок Херсонської області показав, що їх водні ресурси потерпають від надмірного антропогенного навантаження, а саме від надходження в них стічних вод підприємств, комунально-побутових відходів, нераціонального водокористування, відсутності прибережних захисних смуг тощо. Так, наприклад, на деяких ділянках річки Конка відмічено перевищення вмісту сполук Нітрогену, Феруму, Сульфуру та нафтопродуктів. В певний період часу вода у річці перевищує ГДК за такими хімічними показниками, як хлориди, сульфати, сухий залишок, що спричинено діяльністю річкового транспорту, стічних вод, сільськогосподарської та рекреаційної діяльності.
3. В ході проведеної роботи за допомогою хімічного аналізу, а саме з використанням методів кількісного аналізу: гравіметричного, титриметричного, фотоколориметричного було проведено визначення вмісту в поверхневих водах річки Віршовчина таких показників як мінеральна частина, йонний склад води, деякі біогенні елементи, загальний вміст речовин органічного походження (перманганатна окиснюваність), наявність йонів важких металів. Аналіз отриманих показників дозволив визначити

якість досліджуваної води відповідно до екологічної класифікації якості поверхневих вод.

4. Встановлено, що динаміка вмісту забруднюючих речовин на досліджуваному інтервалі течії річки Вірьовчина має практично корелюючий характер в різні сезони відбору проб і це є фактором, який підтверджує, що на якість поверхневих вод річки Вірьовчина значно впливає антропогенний фактор, що підтверджується проведеним моніторингом якості води за хімічними показниками протягом трьох років.
5. З'ясовано, що джерелами забруднення є промислові підприємства, розташовані в акваторії річки Вірьовчина, що скидають неочищені стічні води безпосередньо в басейн річки. Також значну частку антропогенного навантаження поверхневих вод річки Вірьовчина несуть неконтрольовані побутові скиди районів, які розташовані вище за течією річки, таких як Суворівський (село Степанівка) та Дніпровський (село Зеленівка). В ході роботи досліджено концентрацію хімічних речовин в поверхневих водах річки Вірьовчина за 12 показниками в 5 точках відбору проб води. Було встановлено, що впродовж течії річки її води забруднюються, як скидами індустріальних об'єктів, так і побутовими скидами мешканців району Суворівський та Дніпровський, а також мікрорайон Шуменський, Куйбишеве та Комишани Корабельного району міста Херсон.
6. Моніторинг якості поверхневих вод річки Вірьовчина проведений протягом трьох років (2018, 2019, 2020) свідчить про те, що води річки Вірьовчина через надмірний вміст біогенних елементів, йонів Хлору, Феруму, сульфат-йонів, завислих речовин не здатні до самоочищення і якість води за екологічною класифікацією відноситься до «брудної».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Малі річки України : довідник / А. В. Яцик та ін. Київ : Урожай, 1991. 231 с.
2. Єдиний реєстр оцінки впливу на довкілля. *Міністерство екології та природних ресурсів України*. URL: <http://eia.menr.gov.ua/search>.
3. Управління відходами. Веб-сайт Міністерства екології та природних ресурсів України. URL: <https://menr.gov.ua/timeline/Vidhodi-ta-nebezpechni-rechovini.html>.
4. Моніторинг довкілля : підручник / В. М. Боголюбов та ін. Херсон : Грінь Д. С., 2011. 530 с.
5. Клименко М. О., Прищепа А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля : підручник. К. : Академія, 2006. 360 с.
6. Крайнюков О. М. Моніторинг довкілля : навч. посіб. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2009. 176 с.
7. Гальцова В. В., Дмитриев В. В. Практикум по водной экологии и мониторингу состояния водных систем. СПб. : изд. СПбГУ, 2007. 340 с.
8. Jamie Bartram. Water Quality Monitoring. A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. London, 1996. 487 pp.
9. Жук В. Н. Варламов Е. Н. Зарубежный опыт ведения мониторинга поверхностных вод. Экология и промышленность. Х., 2019. № 2. С. 113-119.
10. Безсонний В. Л. Моніторинг поверхневих джерел водопостачання в умовах впровадження Водної Рамкової Директиви ЄС. Комунальне господарство міст. Технічні науки. Х. : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. Вип. 3 (149). С. 69 – 76.
11. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення : офіц. вид. К. : Твій формат, 2006. 240 с.

12. Clarke Ralph, Furse Mike, Wright John. RIVPACS models for predicting the expected macroinvertebrate fauna and assessing the ecological quality of rivers. *Ecological Modelling*. 2003. P. 219-233.
13. Davy-Bowker John, Clarke Ralph, Furse Mike, Davies Cynthia. RIVPACS database documentation. Final report. *Edinburgh, Scotland & Northern Ireland Forum for Environmental Research (SNIFFER)*. Edinburgh, 2007. 22pp.
14. Michael T. Barbour, Jeroen Gerritsen, Blaine D. Snyder, James B. Stribling. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers : periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish. Second Edition. EPA 841-B-99-002, 1999. 344 pp.
15. Климчик О. М., Чернобай С. В. Особливості використання малих річок та їх охорони. URL: http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/5721/1/KOM_20_OVMRIVE.pdf.
16. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2018 році. URL: file:///C:/Users/mom/Downloads/regionalna_dopovid_pro_stan_navkolishnogo_seredovishcha_u_kh.pdf.
17. Нестерова О. В., Шарков В. В., Журавльова О. А., Нестеров Я. С. Проблеми басейнів малих річок. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро, 2019. №5 (257-258). С. 67-74.
18. Звіт про стратегічну екологічну оцінку стратегії розвитку Херсонської області на період 2021-2027 років. URL: <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/3%20%D0%A1%D0%95%D0%9E%20%D0%A5%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C.docx>.

19. Екологічна оцінка якості води у річці Конка (Голопристанський район Херсонської області). URL: https://nupp.edu.ua/uploads/files/0/events/other/2020/02/ii-tur-ekologia/roboti/29_%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%B0.doc.
20. Захарова С. І. Дослідження деяких показників якості поверхневих вод річки Віршовчина в межах міста Херсону : дипл. роб. на здобут. ст. вищ. осв. бакалавр. Херсон, 2019. 77 с.
21. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Яковенко Б. В., Попович Т. А. Аналітична хімія. Теоретичні основи якісного та кількісного аналізу. Херсон : Айлант, 2011. 404 с.
22. Коваленко С. І., Васюк С. О., Портна О. О. Комплексиметрія у фармацевтичному аналізі : навч. посіб. Вінниця : Нова Книга, 2008. 184 с.
23. Набиванець Б. Й., Сухан В. В., Калабіна Л. В. Аналітична хімія природного середовищам : підручник. К.: Либідь, 1996. 304 с.
24. Васильев В. П., Морозова Р. П., Кочергина Л. А. Практикум по аналитической химии : учебн. пособ. М. : Химия, 2000. 328 с.
25. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Рябініна Г. О. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз : навч.-метод. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Херсон : Олді-плюс, 2012. 208 с.
26. Шевряков М. В., Повстяний В. М. Лабораторні роботи з аналітичної хімії. Кількісний аналіз : практикум. Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2009. 84 с.
27. Васильев В. П. Аналитическая химия в 2-х частях. Гравиметрический и титриметрический методы анализа. М.: Высш.шк., 1989. 320 с.
28. Аналітична хімія : підручник / Н. К. Федущак та ін. Вінниця : Нова Книга, 2012. 640 с.

29. Практикум з аналітичної хімії : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов та ін. Х. : Вид-во НФАУ : Золоті сторінки, 2003. 240 с.
30. Туровский И. С. Обработка осадков сточных вод. М: Стройиздат, 1988. 256 с.
31. Методичні вказівки до виконання лабораторного аналізу природних вод при проходженні загально-екологічної навчальної практики / О.О. Мураєва та ін. Х. : ХНАМГ, 2013. 91 с.
32. Подорванова Н. Ф., Чернова Б. Б. Хімічний аналіз природних вод. Владивосток : ДВГМА, 1997. 231 с.
33. Кількісний аналіз. Титриметричні методи аналізу / В.В. Петренко та ін. Запоріжжя, 2006. 215 с.
34. КНД 211.1.4.039-95 Методика гравіметричного визначення завислих (суспендованих) речовин в природних і стічних водах [Чинний від 1995-07-07]. К. : затверджено та надано чинності Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, 1995. 7 с.
35. КНД 211.1.4.042-95 Методика гравіметричного визначення сухого залишку (розчинених речовин) в природних і стічних водах [Чинний від 1995-04-25]. К. : затверджено та надано чинності Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, 1995. 6 с.
36. Аналітична хімія : навч. посіб. / О.М. Гайдукевич та ін. Х. : Основа : Вид-во НФАУ, 2000. 432 с.
37. Методи вимірювання параметрів навколишнього природного середовища : навч. посіб. / Ю. Г. Масікевич та ін. Чернівці : Зелена Буковина, 2005. 344 с.
38. Боговіна Ю. М. Водні багатства Херсонщини. *Спеціальний випуск до III Міжнародного туристичного форуму «Херсонщина –*

відпочинок, лікування, подорожі в екологічних умовах Таврії», 2013. Вип. 2/(3). С. 74-79.

- 39.КНД 211.1.0.009-94 Гідросфера. Відбір проб для визначення складу і властивостей стічних та технологічних вод. Основні положення [Чинний від 1995-07-01]. К. : затверджено та надано чинності Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, 1995. 8 с.
- 40.Захарова С.І., Попович Т.А., Вишневіська Л.В. Дослідження деяких показників якості поверхневих вод річки Вільчана в межах міста Херсону. *Сучасні хімічні технології: екологічність, інновації, ефективність* : матер. всеукр. наук.-практ. конф., м. Херсон, 3-4 жовтня 2019 р. Херсон : Книжкове вид-во ФОП Вишемирський В. С., 2019. С. 85-86.

ДОДАТКИ

Додаток А

Приклади оформлення даних в системах моніторингу RPB та RIVPACS

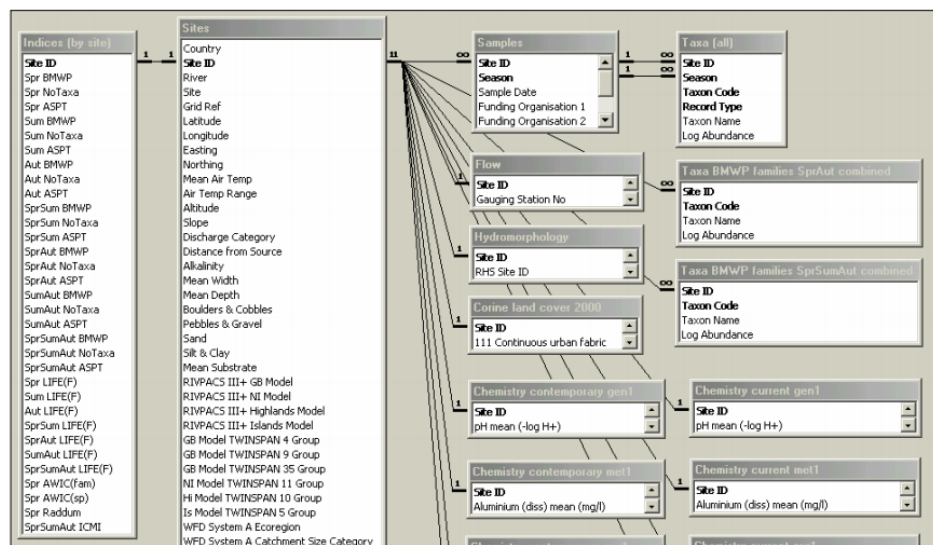
А.1 – Приклад довідкових сайтів системи RIVPACS

Count	Site I	River	Site	Grid Ref	Latitu	Longitu	Eastir	Northi	Mean Air Ter
England	6856	Allen	Walford Mill	SU010006	50.8	-1.99	401000	100600	10.62
England	6857	Cale	Syles Farm	ST759199	50.98	-2.34	375900	119900	10.5
England	6858	Stour	Trill Bridge	ST790205	50.98	-2.3	379000	120500	10.49
England	6862	Lydden	Bagber Bridge	ST765157	50.94	-2.33	376500	115700	10.53
England	6863	Stour	Spetisbury	ST919020	50.82	-2.11	391900	102000	10.6
England	6911	Thames/Isis	Malthouse	SU225984	51.68	-1.67	422500	198400	10.25
England	6913	Thames/Isis	Bablock Hythe	SP435042	51.73	-1.37	443500	204200	10.21
England	6915	Thames/Isis	Shillingford	SU590932	51.63	-1.15	459000	193200	10.2
England	6917	Thames/Isis	Reading	SU726740	51.46	-0.95	472600	174000	10.3
England	6919	Thames/Isis	Spade Oak	SU884875	51.58	-0.72	488400	187500	10.29
England	6921	Thames/Isis	Runnymede	TQ008725	51.44	-0.55	500800	172500	10.7
England	6981	Loddon	Oliver's Battery	SU667537	51.28	-1.04	466700	153700	10.37
England	6985	Loddon	Sherfield on Loddon	SU683583	51.32	-1.02	468300	158300	10.37
England	6993	Enborne	Brimpton	SU568648	51.38	-1.18	456800	164800	10.32
Scotland	7001	Conon/Bran	Ledgowan	NH128553	57.55	-5.13	212800	855300	8.44
England	7104	Moors/Crane	d/s Cranborne	SU062129	50.91	-1.91	406200	112900	10.54
England	7107	Moors/Crane	Great Rhymes Copse	SU077121	50.91	-1.89	407700	112100	10.55
England	7110	Moors/Crane	Pinnocks Moor	SU077112	50.9	-1.89	407700	111200	10.55
England	7113	Moors/Crane	Romford Bridge	SU075094	50.88	-1.89	407500	109400	10.56
England	7116	Moors/Crane	Redmans Hill	SU074079	50.87	-1.89	407400	107900	10.57
England	7119	Moors/Crane	Verwood	SU088075	50.87	-1.87	408800	107500	10.57
England	7122	Moors/Crane	King's Farm	SU105064	50.86	-1.85	410500	106400	10.57
England	7127	Moors/Crane	East Moors Farm	SU101029	50.83	-1.86	410100	102900	10.6

А.2 – Приклад фізико-хімічних показників бази даних RIVPACS

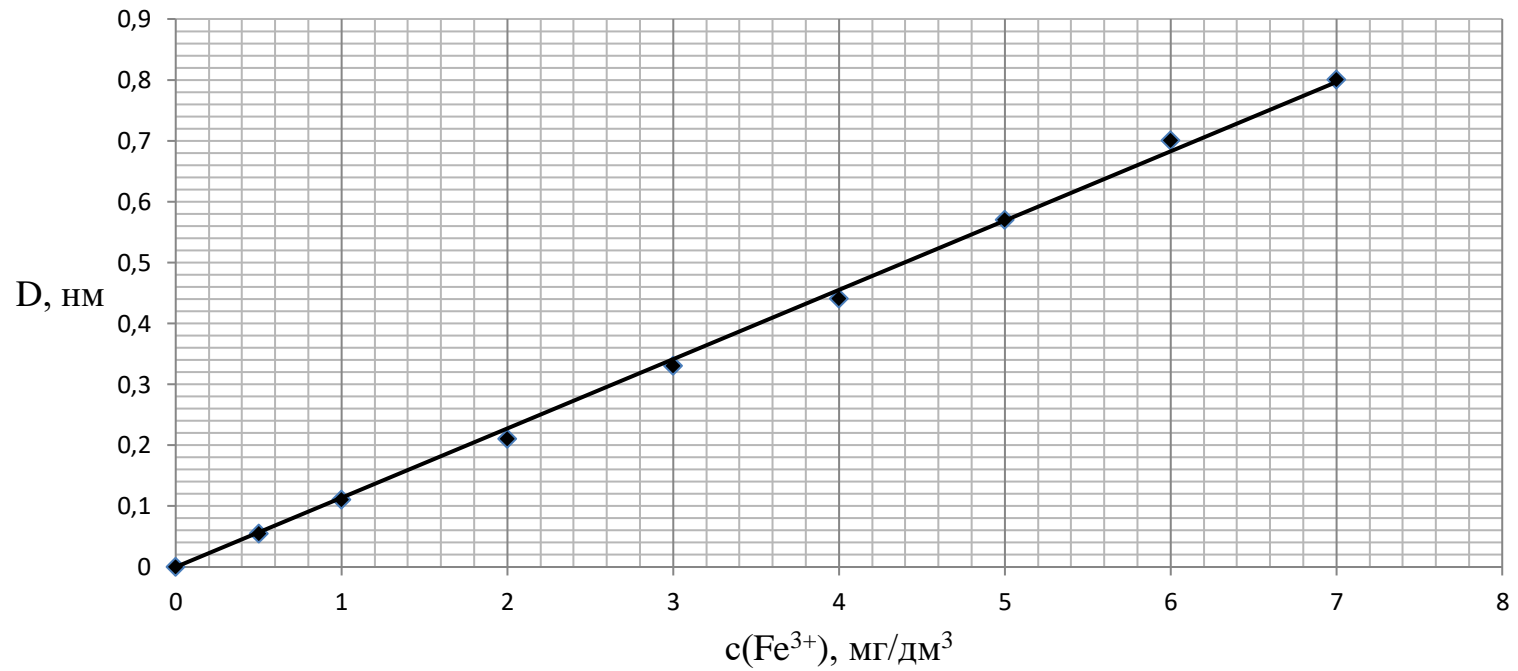
Site ID	pH mean (-log t)	pH n	pH from						
0007	6,91	12	01.01.2002						
0101	7,08	5	01.01.1978						
0103	7,18	5	01.01.1978						
0105	7,24	5	01.01.1978						
0107	7,12	5	01.01.1978						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Count</th> <th>River</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>England</td><td>Camel</td></tr> <tr><td></td><td>Brocton</td></tr> </tbody> </table>				Count	River	England	Camel		Brocton
Count	River								
England	Camel								
	Brocton								
0181	7,05	12	01.01.2002						
0185	7,05	12	01.01.2002						

А.3 – Приклад взаємозв'язку таблиць даних у базі даних RPB

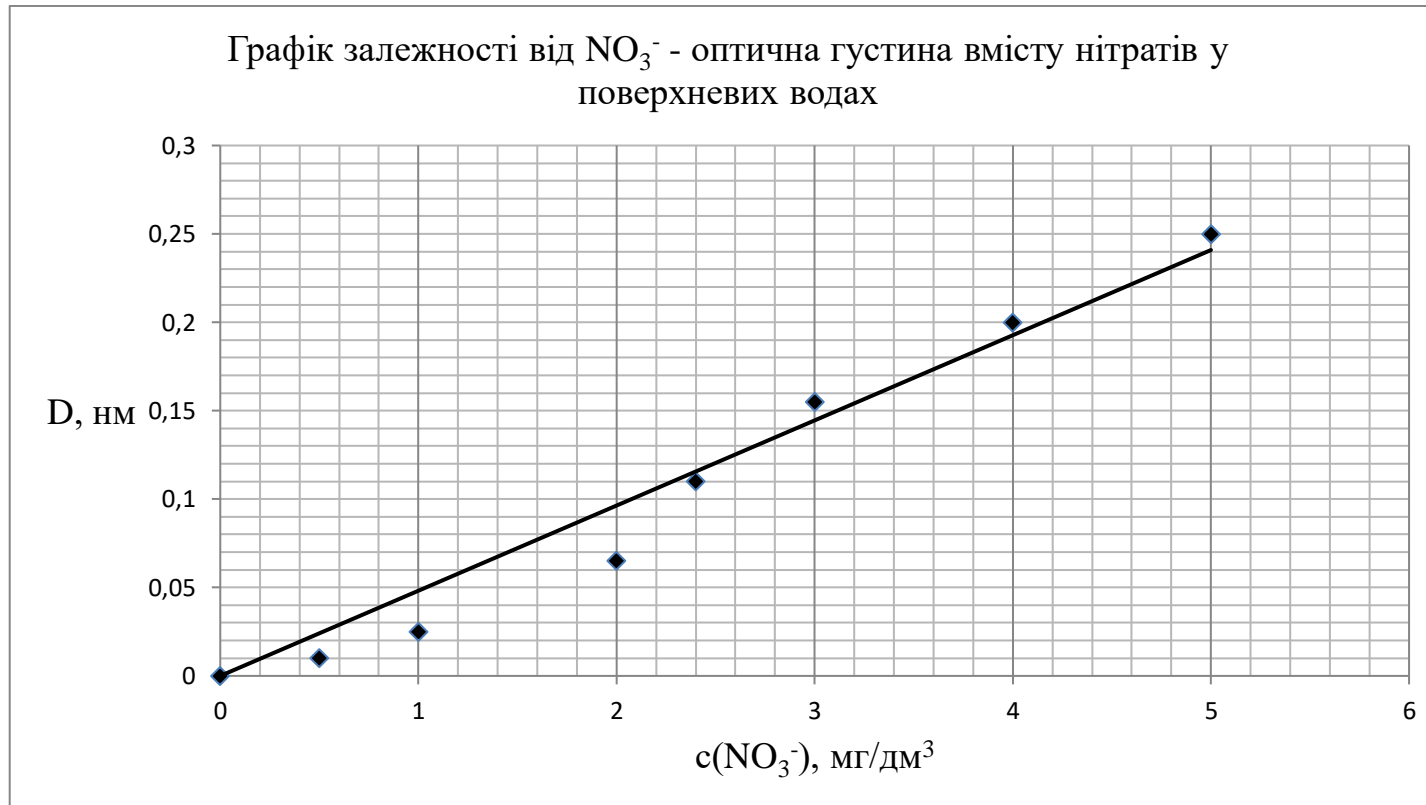


Додаток Б
Калібрувальний графік для визначення вмісту Fe^{3+}

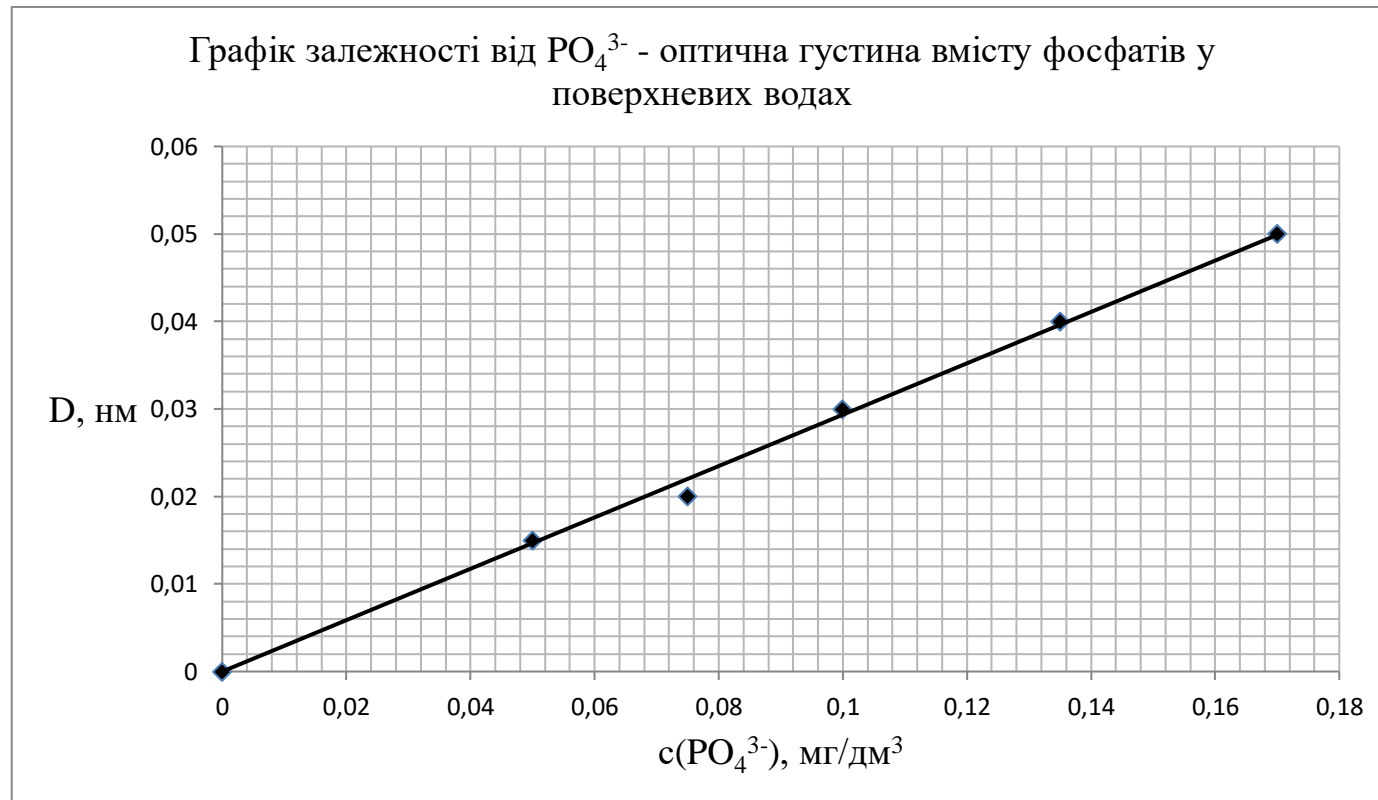
Графік залежності від Fe^{3+} - оптична густина визначення вмісту Феруму (III)
у поверхневих водах



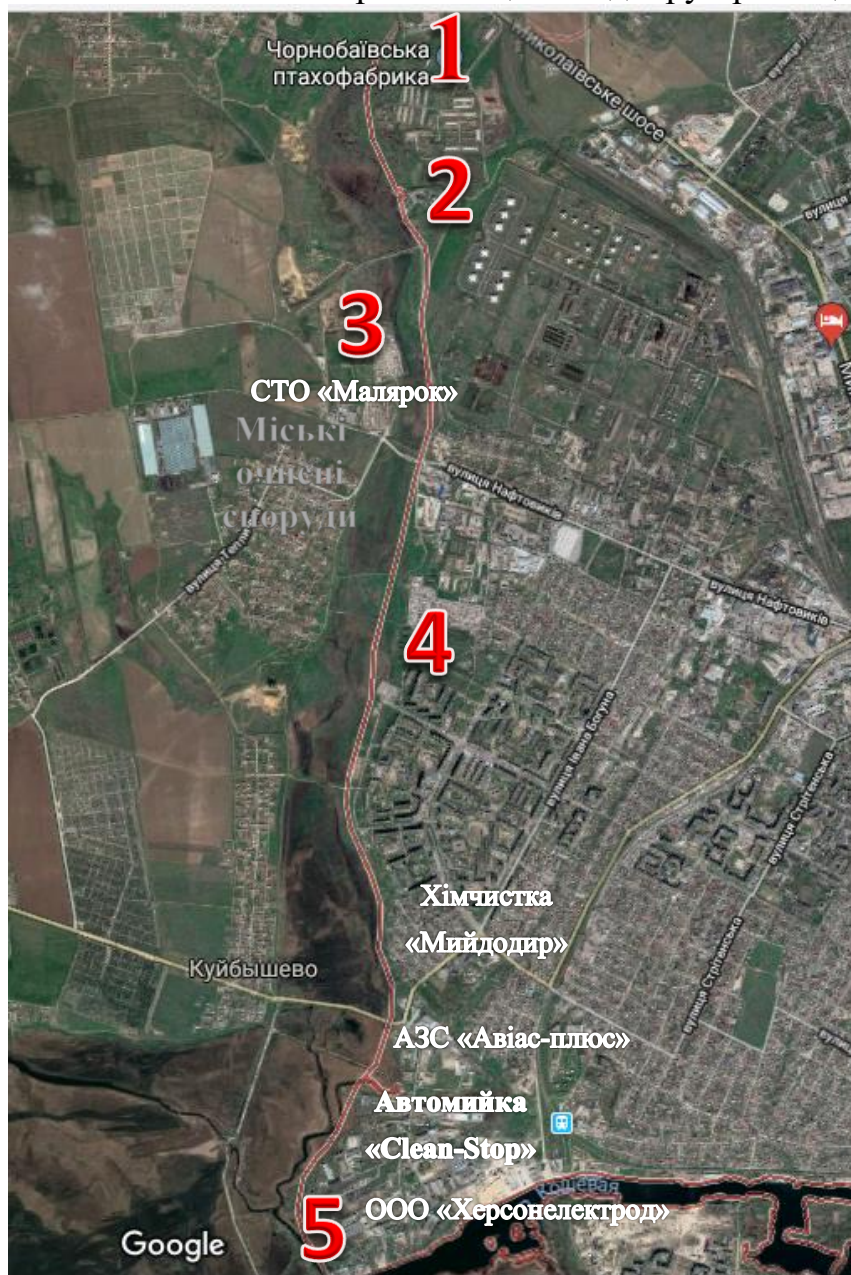
Додаток В
Калібрувальний графік для визначення вмісту нітратів



Додаток Г
Калібрувальний графік для визначення вмісту фосфатів



Додаток Д
Карта з місцями відбору проб води



Зображення карти, на якій позначені місця відбору проб.

- 1) Місце відбору проб води перед птахофабрикою;
- 2) місце відбору проб води після птахофабрики;
- 3) місце відбору проб води вище скиду з очисних споруд;
- 4) місце відбору проб води нижче скиду з очисних споруд;
- 5) місце відбору проб води перед впаданням річки Вірьовчиної в річку Кошову.

Додаток Е

Стан навколишнього природного середовища у Херсонській області (2018 р.)

Інструментально-лабораторний контроль якості поверхневих вод

Назва водного об'єкту	Кількість контрольних створів, в яких здійснювались вимірювання, од.		Відібрано та проаналізовано проб води, од.	Кількість показників, у тому числі забруднюючих речовин, що визначалися, од.	Кількість випадків та назва речовин з разом з перевищенням ГДК перевищенням ГДК, од.
	разом	з перевищенням ГДК			
1	2	3	4	5	6
Державна екологічна інспекція у Херсонській області					
р. Вірвовчина	2	2	4	23 (температура, рН, завислі речовини, сухий залишок, жорсткість, амоній, азот амонію, нітрити, нітрати, фосфати, хлориди, сульфати, розчинений кисень, залізо заг., кальцій, магній, мідь, нікель, хром заг., АПАР, БСК5, ХСК, нафтопродукти)	2 – сухий залишок 1 – азот амонію 1 – нітрати 2 – фосфати 2 – хлориди 3 – залізо загальне 4 – ХСК

Додаток Є

Екологічна класифікація якості поверхневих вод за гідрохімічними та гідрофізичними показниками

Є.1 – Класифікація якості поверхневих вод за мінералізацією та електропровідністю

Гідрохімічна область	Клас якості вод	I	II		III		IV	V
	Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
1 Північне Полісся та Закарпаття	Сума іонів, мг/дм ³	<100	100-150	151-200	201-300	301-400	401-1000	>1000
	Питома електропровідність, μS	<100	100-170	171-225	226-350	351-450	451-1200	>1200
2 Південне й східне Полісся, гірський Крим, Дніпро, Дністер, Південний Буг, Дунай	Сума іонів, мг/дм ³	<200	200-350	351-500	501-750	751-1000	1001-1500	>1500
	Питома електропровідність, μS	<225	225-375	376-550	551-800	801-1200	1201-1700	>1700
3 Північний і західний Лісостеп	Сума іонів, мг/дм ³	<500	500-750	751-1000	1001-1250	1251-1500	1501-2000	>2000
	Питома електропровідність, μS	<550	550-800	801-1200	1201-1500	1501-1750	1751-2250	>2250
4 Східний Лісостеп і Степ	Сума іонів, мг/дм ³	<1000	1000-1500	1501-2000	2001-3000	3001-4000	4001-5000	>5000
	Питома електропровідність, μS	<1200	1200-1750	1751-2250	2251-3500	3501-4500	4501-5500	>5500

Є.2 – Класифікація якості поверхневих вод за вмістом сульфатів

Гідрохімічна область	Клас якості вод	I	II		III		IV	V
	Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
1 Правобережне Полісся		<5	5-7	8-10	11-20	21-30	31-100	>100
2 Західний Лісостеп, східне Полісся, Карпати, гірський Крим, Дніпро, Дунай		<10	10-30	31-60	61-120	121-180	181-500	>500
3 Південний захід Степу й північний схід Лісостепу		<60	60-100	101-200	201-300	301-500	501-1000	>1000
4 Північний схід Степу, Приазов'я та Причорномор'я		<200	201-500	501-1000	1001-1250	1251-1500	1501-2000	>2000

Є.3 – Класифікація якості поверхневих вод за вмістом хлоридів

Гідрохімічна область	Клас якості вод	I	II		III		IV	V
	Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
1 Полісся й Закарпаття		<5	5-7	8-10	11-20	21-30	31-100	>100
2 Лісостеп, північний захід Степу, гірський Крим, Дніпро, Дунай		<10	10-25	26-50	51-100	101-150	151-300	>300
3 Східний Степ, крім центру		<50	50-100	101-250	251-500	501-600	601-700	>700
4 Приазов'я, Причорномор'я та центр східного Степу		<250	250-400	401-600	601-1000	1001-1500	1501-2000	>2000

Є.4 – Класифікація якості поверхневих вод за хімічними трофо-сапробіологічними критеріями

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Показники							
Кисневий режим							
Розчинений кисень, мг O ₂ /дм ³	>8,0	7,6 – 8,0	7,1 – 7,5	6,1 – 7,0	5,1 – 6,0	4,0 – 5,0	<4,0
% насичення	96 – 105	91 – 96	81 – 90	71 – 80	61 – 70	40 – 60	<40
		106 – 110	111 – 120	121 – 130	131 – 140	141 – 150	>150
% насичення у гіполімніоні (для водойм)	>70	70 – 60	59 – 50	49 – 40	39 – 30	29 – 10	<0,10
Гідрофізичні й загальні гідрохімічні							
Завислі речовини, мг/дм ³	<5	5 – 10	11 – 20	21 – 30	31 – 50	51 – 100	>100
Прозорість, м	>1,50	1,00 – 1,50	0,65 – 0,95	0,50 – 0,60	0,35 – 0,45	0,20 – 0,30	<0,20
рН	6,9 – 7,5	6,7 – 6,8	6,5 – 6,6	6,3 – 6,4	6,1 – 6,2	5,9 – 6,0	<5,9
		7,6 – 7,9	8,0 – 8,1	8,2 – 8,3	8,4 – 8,5	8,6 – 8,7	>8,7
Вміст азоту							
Азот амонійний, мгN/дм ³	<0,10	0,10 – 0,20	0,21 – 0,30	0,31 – 0,50	0,51 – 1,00	1,01 – 2,50	>2,50
Азот нітритний, мгN/дм ³	<0,002	0,002 – 0,005	0,006 – 0,010	0,011 – 0,020	0,021 – 0,050	0,051 – 0,100	>0,100
Азот нітратний, мгN/дм ³	<0,20	0,20 – 0,30	0,31 – 0,50	0,51 – 0,70	0,71 – 1,00	1,01 – 2,50	>2,50
Загальний N, мгN/дм ³	<1,0	1,1 – 1,5	1,6 – 2,0	2,1 – 4,0	4,1 – 6,0	6,1 – 10,0	>10,0
Вміст фосфору							
Фосфор фосфатів, мгP/дм ³	<0,015	0,015 – 0,030	0,031 – 0,050	0,051 – 0,100	0,101 – 0,200	0,201 – 0,300	>0,300
Загальний P, мгP/дм ³	<0,015	0,015 – 0,030	0,031 – 0,060	0,061 – 0,120	0,121 – 0,200	0,201 – 0,300	>0,300
Вміст органічних речовин							
Загальний C, мгC/дм ³	<3,0	3,0 – 5,0	5,1 – 8,0	8,1 – 12,0	12,1 – 20,0	21,0 – 30,0	>30,0
Перманганатна окислюваність, мг O ₂ /дм ³	<3,0	3,0 – 5,0	5,1 – 8,0	8,1 – 10,0	10,1 – 15,0	15,1 – 20,0	>20,0
Біхроматна окислюваність, мг O ₂ /дм ³	<9	9 – 15	16 – 25	26 – 30	31 – 40	41 – 60	>60
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	<1,0	1,0 – 1,6	1,7 – 2,1	2,2 – 4,0	4,1 – 7,0	7,1 – 12,0	>12,0

Є.5 – Класифікація якості поверхневих вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Показники							
Залізо загальне (основна шкала), мкг/дм ³	<50	50 – 70	76 – 100	101 – 500	501 – 1000	1001 – 2500	>2500

Продовження табл. Є.5 – Класифікація якості поверхневих вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії

Клас якості вод	I		II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7	
Показники								
Залізо загальне (для північного Полісся, крім рік Горинь, Стир і Случ), мкг/дм ³ *	<200	200 – 600	601 – 1000	1001 – 1500	1501 – 2000	2001 – 4000	>4000	
Ртуть, мкг/дм ³	<0,02	0,02 – 0,05	0,06 – 0,20	0,21 – 0,50	0,51 – 1,00	1,01 – 2,50	>2,50	
Кадмій, мкг/дм ³	<0,1	0,1	0,2	0,3 – 0,5	0,6 – 1,5	1,6 – 5,0	>5,0	
Мідь, мкг/дм ³	<1	1	2	3 – 10	11 – 25	26 – 50	>50	
Цинк, мкг/дм ³	<10	10 – 15	16 – 20	21 – 50	51 – 100	101 – 200	>200	
Свинець, мкг/дм ³	<2	2 – 5	6 – 10	11 – 20	21 – 50	51 – 100	>100	
Хром загальний, мкг/дм ³	<2	2 – 3	4 – 5	6 – 10	11 – 25	26 – 50	>50	
Нікель, мкг/дм ³	<1	1 – 5	6 – 10	11 – 20	21 – 50	51 – 100	>100	
Марганець, мкг/дм ³	<10	10 – 25	26 – 50	51 – 100	101 – 500	501 – 1250	>1250	
Миш'як, мкг/дм ³	<1	1 – 3	4 – 5	6 – 15	16 – 25	26 – 35	>35	
Фториди, мкг/дм ³	<100	100 – 125	126 – 150	151 – 200	201 – 500	501 – 1000	>1000	
Ціаніди, мкг/дм ³	0	1 – 5	6 – 10	10 – 25	26 – 50	51 – 100	>100	
Нафтопродукти, мкг/дм ³	<10	10 – 25	26 – 50	51 – 100	101 – 200	201 – 300	>300	
Феноли (леткі), мкг/дм ³	0	<1	1	2	3 – 5	6 – 20	>20	
СПАР, мкг/дм ³	0	<10	10 – 20	21 – 50	51 – 100	101 – 250	>250	
Коефіцієнт донної акумуляції, накопичення важких металів у донних відкладах (КДА), од. ⁻¹	<10	10 – 50	51 – 100	101 – 250	251 – 500	501 – 1000	>1000	
Накопичення поллютантів у гідробіонтах, од. ⁻¹	<10	10 – 50	51 – 100	101 – 500	501 – 1000	1001 – 5000	>5000	
Індекс забруднення донних відкладів (ІЗД)	<0,5	0,5 – 1,0	1,1 – 1,3	1,4 – 1,6	1,7 – 1,8	1,9 – 2,0	>2	
Кадмій у донних відкладах, мг/кг сухої ваги	<0,2	0,2 – 0,3	0,4 – 0,7	0,8 – 1,3	1,4 – 2,0	2,1 – 5,0	>5,0	
Свинець у донних відкладах, мг/кг сухої ваги	<2,5	2,5 – 5	6 – 15	16 – 30	31 – 60	61 – 200	>200	
Мідь у донних відкладах, мг/кг сухої ваги	<10	10 – 15	16 – 25	26 – 50	51 – 75	76 – 100	>100	
Сумарна бета-активність, 10 ⁻¹² Ку/дм ³	<4,4	4,4 – 5,5	5,6 – 7,5	7,6 – 10	11 – 150	151 – 270	>270	
⁹⁰ Sr, 10 ⁻¹² Ку/дм ³	<0,62	0,62 – 0,75	0,76 – 0,99	1,0 – 3,0	3,1 – 40	41 – 90	>90	
¹³⁷ Cs, 10 ⁻¹² Ку/дм ³	<0,12	0,12 – 0,25	0,26 – 0,50	0,51 – 5,0	5,1 – 150	160 – 1500	>1500	

Додаток Ж

Оцінка якості поверхневих вод за екологічною класифікацією, класи та категорії

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості води	1	2	3	4	5	6	7
Назва класів і категорій якості вод за їх станом	Відмінні	Добрі		Задовільні		Погані	Дуже погані
	Відмінні	Дуже добрі	Добрі	Задовільні	Посередні	Погані	Дуже погані
Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти (забрудненості)	Дуже чисті	Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні
	Дуже чисті	Чисті	Досить чисті	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні
Сапробність	Олігосапробні		β-мезосапробні		α-мезосапробні		Полісапробні
	β-олігосапробні	α-олігосапробні	β'-мезосапробні	β''-мезосапробні	α'-мезосапробні	α''-мезосапробні	Полісапробні
Трофність (переважаючий тип)	Оліготрофні	Мезотрофні		Евтрофні		Політрофні	Гіпертрофні
	Оліготрофні-оліго-мезотрофні	Мезотрофні	Мезо-евтрофні	Евтрофні	Ев-політрофні	Політрофні	Гіпертрофні

Додаток З
Класифікація якості поверхневих вод

Клас якості Хімічні показники	I Дуже чисті	II Чисті	III Забруднені	IV Брудні	V Дуже брудні
Cl ⁻ , мг/дм ³	<10	10-50	51-150	151-300	>300
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	<10	10-60	61-180	181-500	>500
Fe ³⁺ , мг/дм ³	<0,05	0,05-0,1	0,1-1	1-2,5	>2,5
Мінералізація, мг/дм ³	<200	200-500	501-1000	1001-1500	>1500
Завислі речовини, мг/дм ³	<5	5-20	21-50	51-100	>100
Перманганатна окиснюваність, мг O ₂ /дм ³	<3,0	3,0-8,0	8,1-15,0	15,1-20,0	>20,0
Нітроген нітратний, мгN/дм ³	<0,2	0,2-0,5	0,51-1,0	1,01-2,5	>20,0
Фосфор фосфатів, мгP/дм ³	<0,015	0,015-0,05	0,051-0,2	0,201-0,3	>0,3
Мідь, мг/дм ³	<0,001	0,002	0,025	0,05	>0,05
Хром загальний, мг/дм ³	<0,002	0,005	0,025	0,05	>0,05
Нікель, мг/дм ³	<0,001	0,01	0,05	0,1	>0,1

Додаток И
КОДЕКС АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ ХЕРСОНСЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Я, Захарова Софія Ігорівна, учасниця освітнього процесу Херсонського державного університету, **УСВІДОМЛЮЮ**, що академічна доброчесність – це фундаментальна етична цінність усієї академічної спільноти світу.

ЗАЯВЛЯЮ, що у своїй освітній і науковій діяльності **ЗОБОВ'ЯЗУЮСЯ**:

– дотримуватися:

- вимог законодавства України та внутрішніх нормативних документів університету, зокрема Статуту Університету;

- принципів та правил академічної доброчесності;

- нульової толерантності до академічного плагіату;

- моральних норм та правил етичної поведінки;

- толерантного ставлення до інших;

- дотримуватися високого рівня культури спілкування;

– надавати згоду на:

- безпосередню перевірку курсових, кваліфікаційних робіт тощо на ознаки наявності академічного плагіату за допомогою спеціалізованих програмних продуктів;

- оброблення, збереження й розміщення кваліфікаційних робіт у відкритому доступі в інституційному репозитарії;

- використання робіт для перевірки на ознаки наявності академічного плагіату в інших роботах виключно з метою виявлення можливих ознак академічного плагіату;

- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного й підсумкового контролю результатів навчання;
- надавати достовірну інформацію щодо результатів власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використаних методик досліджень та джерел інформації;
- не використовувати результати досліджень інших авторів без використання покликань на їхню роботу;
- своєю діяльністю сприяти збереженню та примноженню традицій університету, формуванню його позитивного іміджу;
- не чинити правопорушень і не сприяти їхньому скоєнню іншими особами;
- підтримувати атмосферу довіри, взаємної відповідальності та співпраці в освітньому середовищі;
- поважати честь, гідність та особисту недоторканність особи, незважаючи на її стать, вік, матеріальний стан, соціальне становище, расову належність, релігійні й політичні переконання;
- не дискримінувати людей на підставі академічного статусу, а також за національною, расовою, статевою чи іншою належністю;
- відповідально ставитися до своїх обов'язків, вчасно та сумлінно виконувати необхідні навчальні та науково-дослідницькі завдання;
- запобігати виникненню у своїй діяльності конфлікту інтересів, зокрема не використовувати службових і родинних зв'язків з метою отримання нечесної переваги в навчальній, науковій і трудовій діяльності;
- не брати участі в будь-якій діяльності, пов'язаній із обманом, нечесністю, списуванням, фабрикацією;
- не підроблювати документи;
- не поширювати неправдиву та компрометуючу інформацію про інших здобувачів вищої освіти, викладачів і співробітників;

– не отримувати і не пропонувати винагород за несправедливе отримання будь-яких переваг або здійснення впливу на зміну отриманої академічної оцінки ;

– не залякувати й не проявляти агресії та насильства проти інших, сексуальні домагання;

– не завдавати шкоди матеріальним цінностям, матеріально-технічній базі університету та особистій власності інших студентів та/або працівників;

– не використовувати без дозволу ректорату (деканату) символіки університету в заходах, не пов'язаних з діяльністю університету;

– не здійснювати і не заохочувати будь-яких спроб, спрямованих на те, щоб за допомогою нечесних і негідних методів досягати власних корисних цілей;

– не завдавати загрози власному здоров'ю або безпеці іншим студентам та/або працівникам.

УСВІДОМЛЮЮ, що відповідно до чинного законодавства у разі недотримання Кодексу академічної доброчесності буду нести академічну та/або інші види відповідальності й до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення принципів академічної доброчесності.
