

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології  
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
зав. кафедри екології, доц.  
\_\_\_\_\_ Вікторія КАЦЕВИЧ  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**Пояснювальна записка**  
до кваліфікаційної роботи  
освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: «Екологічний стан поверхневих вод басейну річки Дніпро в  
Дніпропетровській області»

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу, групи  
Е-1-20 спеціальності 101 Екологія  
\_\_\_\_\_ Денис ГАРБАР

Керівник: к.б.н., доц. Таміла АНАНЬЄВА  
\_\_\_\_\_

Рецензент: к.б.н., доц. Олег МАРЕНКОВ  
\_\_\_\_\_

Дніпро-2024

Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра екології

Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

зав. кафедри екології, доц.

\_\_\_\_\_ Вікторія КАЦЕВИЧ

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»  
здобувача вищої освіти  
Гарбара Дениса Івановича

1. Тема проекту (роботи) «Екологічний стан поверхневих вод басейну річки Дніпро в Дніпропетровській області»  
керівник роботи: Ананьєва Т. В., к.б.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджена наказом по університету від «25» квітня 2024 р. № 868
2. Термін здачі здобувачем вищої освіти закінченого проекту (роботи): «14» червня 2024 р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) результати гідрохімічних досліджень за програмою масштабного цільового скринінгу якості поверхневих вод річкового басейну Дніпра, проведених у 2021 р.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): Вступ. 1 Огляд літератури; 2 Фізико географічне положення району досліджень; 3 Матеріали і методи; 4 Результати досліджень; 5 Економічна частина; 6 Охорона праці; Висновки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):  
Рисунків – 14  
Таблиць – 5  
Використаної літератури – 25  
Розділів – 6  
Сторінок – 60

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН РОБОТИ

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ	20.04.24 – 21.04.24	виконано
2.	Огляд літератури	26.05.24 – 04.05.24	виконано
3.	Фізико-географічне положення району досліджень	06.05.24 – 13.05.24	виконано
4.	Матеріали і методи	19.05.24 – 22.05.24	виконано
5.	Результати досліджень	27.05.24 – 31.05.24	виконано
6.	Економічна частина	01.06.24 – 03.06.24	виконано
7.	Охорона праці	04.06.24 – 05.06.24	виконано
8.	Висновки	05.06.24 – 09.06.24	виконано
9.	Оформлення роботи	10.06.24– 13.06.24	виконано

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_  
(підпис)/Гарбар Д.І./

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_  
(підпис)/Ананьєва Т.В./

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Вступ; 1 Огляд літератури; 2 Фізико-географічне положення району досліджень; 3 Матеріали і методи; 4 Результати досліджень; 5 Економічна частина; 6 Охорона праці; Висновки. Повний обсяг роботи – 60 сторінок друкованого тексту, 14 рисунків та 5 таблиць. Перелік посилань містить 25 найменувань.

Мета роботи – на підставі гідрохімічних досліджень провести аналіз екологічного стану водних об'єктів Дніпровського річкового басейну на території Дніпропетровської області, надати рекомендації щодо покращення становища водних ресурсів.

Об'єкт дослідження – рівні токсикологічного забруднення поверхневих вод Дніпровського водосховища та його приток першого і другого порядку в межах Дніпропетровської області.

Предмет дослідження – показники вмісту важких металів (Cd, Ni, As, Cr, Cu, Zn) і пестицидів у пробах поверхневих вод Дніпровського річкового басейну в місцях щільного антропогенного навантаження.

Завдання:

1. Проаналізувати існуючі результати досліджень та наукові праці щодо екологічного стану річкових басейнів.

2. Визначити концентрації важких металів (кадмію, міді, цинку, нікелю, хрому, арсену) як показники техногенного забруднення поверхневих вод.

3. Визначити концентрації пестицидів як показники антропогенного забруднення водних об'єктів внаслідок сільськогосподарської діяльності

4. Порівняти отримані результати з гранично допустимими концентраціями досліджуваних забруднювачів згідно з нормативними документами.

Методи, які застосовувались: відбір проб води, хімічний аналіз, кореляційний аналіз, порівняльний аналіз, графічні методи.

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП .....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....	8
1.1 Характеристика водних ресурсів басейну р. Дніпро у Дніпропетровській області .....	8
1.2 Використання водних ресурсів у Дніпропетровській області .....	9
1.3 Якість водних ресурсів .....	12
1.4 Рибогосподарське значення водних ресурсів Дніпропетровської області .....	14
2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	16
2.1 Фізико-географічне положення Дніпропетровської області .....	16
2.2 Характеристика досліджуваних водних об'єктів .....	18
3 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ .....	25
3.1 Скринінговий моніторинг річкового басейну Дніпра .....	25
3.2 Забезпечення контролю якості зразків .....	27
3.3 Метод мас-спектрометрії для виявлення вмісту важких металів у пробах поверхневих вод .....	28
3.4 Метод газової хроматографії для виявлення вмісту пестицидів у пробах води .....	32
4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	36
4.1 Вміст важких металів уу пробах води .....	36
4.2 Вміст пестицидів у пробах води .....	42
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	48
6 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	54
ВИСНОВКИ .....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	58

## Вступ

Забезпечення чистоти поверхневих вод – це одна із найважливіших та нагальних екологічних проблем сучасності. Вода є життєво необхідним ресурсом для людства, а її якість безпосередньо впливає на здоров'я населення, стан екосистем та економічний розвиток регіонів. Басейн річки Дніпро – це найбільший і найважливіший водний ресурс України, від якого залежить життя мільйонів людей, функціонування багатьох промислових підприємств та сільськогосподарських угідь. Особливо важливою є ситуація в Дніпропетровській області, де річка Дніпро зазнає значного антропогенного впливу.

Протягом останніх десятиліть інтенсивний розвиток промисловості, сільського господарства, урбанізація та неконтрольовані скиди забруднюючих речовин призвели до деградації якості водних ресурсів. Відсутність належного контролю та ефективних заходів з очищення водних об'єктів спричиняє накопичення шкідливих речовин у воді, що згубно впливає на фізичний стан населення та стан довкілля. Тому проведення екологічного аналізу стану поверхневих вод басейну р. Дніпро в Дніпропетровській області є надзвичайно важливим і актуальним завданням.

Мета роботи – на підставі гідрохімічних досліджень провести аналіз екологічного стану водних об'єктів Дніпровського річкового басейну на території Дніпропетровської області, надати рекомендації щодо покращення становища водних ресурсів.

Об'єкт дослідження – рівні токсикологічного забруднення поверхневих вод Дніпровського водосховища та його приток першого і другого порядку в межах Дніпропетровської області.

Предмет дослідження – показники вмісту важких металів (Cd, Ni, As, Cr, Cu, Zn) і пестицидів у пробах поверхневих вод Дніпровського річкового басейну в місцях щільного антропогенного навантаження.

Завдання:

1. Проаналізувати існуючі результати досліджень та наукові праці щодо екологічного стану річкових басейнів.

2. Визначити концентрації важких металів (кадмію, міді, цинку, нікелю, хрому, арсену) як показники техногенного забруднення поверхневих вод.

3. Визначити концентрації пестицидів як показники антропогенного забруднення водних об'єктів внаслідок сільськогосподарської діяльності

4. Порівняти отримані результати з гранично допустимими концентраціями досліджуваних забруднювачів згідно з нормативними документами.

Методи, які застосовувались: відбір проб води, хімічний аналіз, кореляційний аналіз, порівняльний аналіз, графічні методи.

## 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Характеристика водних ресурсів басейну р. Дніпро у Дніпропетровській області

Відомо, що в Україні водні ресурси значно обмежені, особливо у південних регіонах країни. Загальний середньобаторічний об'єм стоку всіх річок становить приблизно  $87 \text{ км}^3$ , з них лише  $52 \text{ км}^3$  формується безпосередньо на території України. У маловодні роки цей об'єм може знижуватися до  $30 \text{ км}^3$ . Варто зазначити, що кількість річкового стоку на одного жителя в Україні є однією з найнижчих серед європейських країн.

Відповідно до "Стратегії розвитку Дніпропетровської області", область вважається водозабезпеченою, але цей статус досягається переважно за рахунок транзитного потоку вод річки Дніпро. Місцеві водні ресурси є недостатніми. Через це область в недалекому майбутньому може зіткнутися з вододефіцитом, оскільки можливості для збільшення водоспоживання майже вичерпані. Збільшення об'єму забору води з Дніпра загрожує погіршенням екологічного стану річки та ускладненням функціонування господарських комплексів у нижній течії [5].

У таких умовах нерівномірного розподілу річкового стоку на території України та по сезонах року, для його регулювання та раціонального використання було створено 1090 водосховищ з корисним об'ємом  $26,3 \text{ км}^3$ . Річки з водосховищами є основним джерелом водопостачання, враховуючи дуже обмежені обсяги підземних вод, придатних для використання.

Дніпропетровська область знаходиться в басейні річки Дніпро, яка є основною водною артерією регіону. Стік річки регулюється каскадом Дніпровських водосховищ, з яких два знаходяться в межах області: частина Кам'янського і на півночі та частина Дніпровського – на півдні. Повна довжина



р. Дніпро в границі області становить 261 км, з них 66 км припадає на Кам'янське водосховище, 94 км на Дніпровське водосховище.

Найбільшими притоками річки Дніпро, які починають свій шлях за межами області, є Самара, Оріль, Інгулець та Вовча. Значущими притоками Дніпра, чії басейни повністю локалізуються в межах області на правому березі, є Мокра Сура, Саксагань та Базавлук. В цілому, гідрографічна мережа р. Дніпро в границі області включає 291 річку довжиною понад 10 км, 100 водосховищ, 3292 ставки та 1129 озер, з них лише 219 мають площу більше 3-х гектарів.

Відповідно до статті 5 Водного кодексу України: "Всі поверхневі водні об'єкти в межах Дніпропетровської області належать до водних об'єктів державного значення".

Водні запаси Дніпропетровської області в середньому за водністю на рік складають 52,8 млрд. м<sup>3</sup>, з них: місцевий стік (створюється у границі області) становить 0,825 млрд. м<sup>3</sup>; резерви підземних вод становлять 0,381 млрд. м<sup>3</sup>; стік транзитом досягає 51,6 млрд. м<sup>3</sup>, і включає санітарний стік (майже 15 млрд. м<sup>3</sup>) та води, що розраховані на безперервне поповнення водосховищ та споживання вод великими підприємствами Дніпропетровської та суміжних областей (37 млрд. м<sup>3</sup>). Поверхневий стік малих рік складає 1,6 млрд. м<sup>3</sup>, включаючи місцевий стік обсягом 0,83 млрд. м<sup>3</sup>. Для компенсації дефіциту води частково використовуються канали – канал "Дніпро–Донбас", канал "Дніпро–Кривий Ріг" та канал "Дніпро–Інгулець" і, також, водогони регіонального значення [1].

## 1.2 Використання водних ресурсів у Дніпропетровській області

Дніпро – є однією з найважливіших і найбільших річок Європи, відіграючи ключову роль протягом віків і продовжуючи бути важливим ресурсом для людства. Річка забезпечує питною водою мільйони людей, є джерелом водоспоживання для промислових підприємств і землеробських угідь на десятки та сотні тисяч гектарів посушливих територій. Крім того,

енергетичний потенціал Дніпра використовується для виробництва значних обсягів електроенергії. Значущою залишається роль річки як великої транспортної артерії. Та окремо слід виділити її значення для рибного промислу і аматорського рибальства [2].

Об'єм водосховищ області є стратегічним запасом прісної води, який гарантує населенню, економіці і довкіллю доступ до води в умовах маловоддя і посушливих років, особливо в контексті шкідливого впливу зміни клімату на водні ресурси. Забезпечення стійкого доступу до прісної води має важливе значення для національної безпеки України.

Гідроелектростанції (ГЕС) на водосховищах Дніпровського каскаду виконують дуже помітну роль у забезпеченні стабільності та надійності Об'єднаної енергосистеми України. Вони здійснюють балансування електроенергії протягом доби, що є критичним для забезпечення постійного електропостачання підприємств і звичайних споживачів електроенергії. Крім того, ГЕС є важливим аварійним резервом енергосистеми, що дозволяє швидко реагувати на коливання в електромережі та забезпечувати стабільність напруги.

Експерти підкреслюють, що основне завдання при створенні водосховищ – це забезпечення високої якості води і збереження біорізноманіття. Для цього необхідно припинити скид неочищеної води у водні об'єкти, такі як, річки та водосховища. Швидке прийняття та реалізація відповідної державної програми для басейну р. Дніпро і інших річок, а також посилення природоохоронного законодавства, є стратегічними завданнями. Часткова зупинка скиду неочищених вод вже показала свою ефективність у підвищенні якості води в раніше забруднених річках і водосховищах. Це дозволило досягти відповідності водних ресурсів нормативним вимогам, забезпечуючи екологічну стійкість і здоров'я водних екосистем.

В публікації для тижневика “Дзеркало тижня” Юрій Ландау і Сергій Афанасьєв наголошують: “У сучасному світі проблема водопостачання населення Землі – глобальна, оскільки нині близько двох мільярдів людей не

мають доступу до чистої води. І цю проблему можна вирішити, будуючи водосховища та подаючи воду з них у маловодні регіони” [3].

Згідно з даними звітності регіональної доповіді за 2022-й рік, величина забору свіжої води по Дніпропетровській області становила 941,52 млн м<sup>3</sup>. З цієї загальної кількості:

- з джерел на поверхні було забрано 867,84 млн. м<sup>3</sup> води;
- з підземних джерел було забрано 73,68 млн. м<sup>3</sup> води.

У порівнянні з 2021-м роком величина забору води із водних об'єктів природного походження в Дніпропетровській області зменшилася на 23,4 млн. м<sup>3</sup> у 2022-му році. З цього, зменшення забору з джерел поверхні становило 7,46 млн. м<sup>3</sup>, а з підземних джерел – 15,9 млн. м<sup>3</sup>. Споживання поверхневих вод у 2022 році зменшилося на 73,9 млн. м<sup>3</sup> порівняно з 2021 роком і склало 672,5 млн. м<sup>3</sup> (у 2021 році було 746,419 млн. м<sup>3</sup>). У 2022 році споживання води підземних джерел в Дніпропетровській області склало 30,22 млн м<sup>3</sup>, що менше, ніж у 2021 році, коли використано 32,5 млн м<sup>3</sup>. Протягом періоду звіту було використано наступні обсяги води: на потреби виробництва – 534,87 млн м<sup>3</sup>, на санітарно-гігієнічні та питні потреби – 105,13 млн м<sup>3</sup>, на зрошувальні потреби – 21,56 млн м<sup>3</sup>. Кількість води, яка була в повторному та оборотному споживанні у 2022 році, склала 2181,674 млн м<sup>3</sup>. У 2022 році кількість підприємств, що скидають зворотні води в водні об'єкти, зменшилась на 9 (з 60 в 2021 році до 56 в 2022 році).

Обсяг зворотних вод, які були скинуті у воду, став меншим на 60,11 млн м<sup>3</sup> (з 600,39 млн м<sup>3</sup> в 2021 році до 540,28 млн м<sup>3</sup> в 2022 році). Загальний обсяг забруднених обернених вод склав 110,68 млн м<sup>3</sup> (у 2021 році – 120,33 млн м<sup>3</sup>); з них 37,41 млн м<sup>3</sup> було скинуто без очищення, а 73,27 млн м<sup>3</sup> – недостатньо очищені [4].

### 1.3 Якість водних ресурсів

Якість водних резервів Дніпропетровської області становить серйозну екологічну, а також соціально-економічну проблему, оскільки під впливом значних антропогенних чинників постраждали водні екосистеми регіону. Розташована в басейні річки Дніпро, область залежить від цієї річки як основного джерела водопостачання. Однак інтенсивна індустріалізація, розвинуте сільське господарство та швидка урбанізація значно впливають на якість води.

Найбільші забруднювачі води включають: органічні речовини, нітрати, важкі метали та інші хімічні сполуки. Органічні речовини, які можуть потрапляти у воду з побутових стоків, сільськогосподарських угідь і промислових підприємств, призводять до підвищення рівня біологічного і хімічного споживання кисню (БСК та ХСК). Це спричиняє дефіцит розчиненого кисню у воді, що негативно впливає на водні екосистеми та сприяє розвитку патогенних мікроорганізмів.

Нітрати є серйозною проблемою для водних запасів області. Високі концентрації нітратів часто зумовлені застосуванням мінеральних добрив у сільському господарстві. Нітрати що потрапляють у поверхневі води можуть спричинити евтрофікацію водойм. Цей процес проявляється у швидкому зростанні водоростей та зниженні рівня кисню, необхідного для існування риб і решти водних організмів.

Щодо важких металів, таких як свинець, кадмій, ртуть і мідь, вони потрапляють у воду переважно з промисловими скидами. Високі концентрації цих металів у воді становлять серйозну загрозу для фізичного стану населення, оскільки вони накопичуються в організмах та можуть спричинити хронічні отруєння та різноманітні захворювання. Промислові підприємства області, зокрема металургійні та хімічні заводи, часто є джерелами таких забруднень.

Також варто зазначити, що комунальні стоки значною мірою впливають на якість водних ресурсів регіону. Незважаючи на наявність очисних споруд, не всі з них забезпечують достатній рівень очистки стічних вод. Це призводить до викидів залишків органічних і хімічних речовин у річки та водосховища, що загрожує екологічному стану водойм.

Екологічний стан водних об'єктів області також характеризується замуленням русел річок, що значно знижує їх пропускну здатність і має негативний вплив на гідрологічний режим. Це особливо відноситься до малих річок, які важливі для загальної водозабезпеченості регіону. Постійне замулення погіршує умови існування водних організмів і сприяє заболоченню прилеглих територій.

Таким чином, якість водних резервів Дніпропетровської області значно погіршується через антропогенні чинники. Для покращення ситуації необхідно запроваджувати сучасні технології очищення стоків, посилювати контроль за скидами забруднювачів, проводити регулярний моніторинг якісного стану води та здійснювати заходи з екологічної ревіталізації водних об'єктів.

Але, згідно з регіональною доповіддю по Дніпропетровській області за 2022 р. – існуючі системи водовідведення та водопостачання в області перебувають у поганому стані, з очисними спорудами, які працюють недостатньо ефективно та потребують ремонту і модернізації. У цілому, перевантаження очисних споруд у більшості основних водокористувачів області відсутнє, проте якість очистки стічних вод залишає бажати кращого: багато показників перевищують нормативи гранично допустимого скиду забруднюючих речовин (ГДС), що не відповідає категорії "нормативно-очищені".

Виходячи з вищенаведеної інформації, очевидним висновком є те що якість водних запасів області знаходиться на посередньому рівні через застарілі технології систем водовідведення та водопостачання. Очистка стічних вод теж знаходиться на низькому рівні [4].

#### 1.4 Рибогосподарське значення водних ресурсів Дніпропетровської області

Основним водним об'єктом, де здійснюється рибний промисел, є річка Дніпро і пов'язані з нею водосховища: Дніпровське, Кам'янське та інші. Ці водні об'єкти забезпечують середовище існування для різних видів риб, які мають промислове значення, таких як лящ, судак, карась, короп, сом, плотва тощо [6].

У Дніпропетровській області рибальство охоплює як професійний вилов риби спеціалізованими підприємствами, так і аматорське рибальство серед любителів. Проте промисловий вилов має свої обмеження внаслідок регуляторних норм, спрямованих на захист рибних запасів та збереження біологічної рівноваги [7].

Однак рибний промисел у Дніпропетровській області стикається з кількома серйозними проблемами. Забруднення р. Дніпро і водосховищ промисловими, сільськогосподарськими та побутовими стоками є серйозною загрозою для рибного промислу. Забруднення водних ресурсів має сильний вплив на стан риб, їх популяцію та якість виловленої риби. Незаконний вилов риби, відомий як браконьєрство, є поширеною проблемою, що призводить до значного скорочення рибних запасів. Особливо шкідливим є застосування заборонених знарядь лову, які завдають серйозної шкоди рибному господарству.

Слід зауважити що через знищення окупантами Каховської ГЕС та різкого зменшення рівня води у Каховському водосховищі, спостерігалась велика кількість загиблої риби. Особливо це було помітно неподалік села Мар'янське, що у Криворізькому районі Дніпропетровської області. На відновлення популяцій промислових видів риб можуть знадобитись роки.

«Після підриву Каховської ГЕС поблизу с. Мар'янське Криворізького району Дніпропетровської області знайшли 28500 загиблих карасів. Це сталось

внаслідок стрімкого обміління акваторії Мар'янської затоки Каховського водосховища», – зазначив завідувач кафедри аквакультури та водних біоресурсів ДДАЕУ, професор Роман Новіцький [8].

Через це рибний промисел Дніпропетровщини отримав додаткові обмеження на вилов риби:

- Було введено повну заборону на риболовлю у певних ділянках р. Дніпро і прилеглих водосховищах, які зазнали найбільшого впливу від аварії. Ці зони були обрані для зменшення тиску на популяції риб і утворення умов для їх відновлення.

- Було введено обмеження або повну заборону на промисловий вилов риби у всіх постраждалих водних об'єктах з метою зменшення навантаження на рибні запаси.

- Аматорським рибалкам було встановлено суворі ліміти на кількість риби, яку можна виловити за один виїзд на риболовлю, з метою запобігання надмірному вилову.

- Аматорським рибалкам дозволялося використовувати лише певні типи снастей, з метою мінімізації шкоди рибним ресурсам. Використання заборонених знарядь лову, таких як сітки або електричні прилади, було суворо заборонено.

Через декілька місяців, 8-го серпня 2023-го року на Дніпропетровщині скасували заборону на вилов риби. «Регіональна комісія з питань техногенно-екологічної безпеки і надзвичайних ситуацій скасувала заборону на вилов риби. Вона діяла в області майже два місяці. Весь цей час фахівці здійснювали моніторинг стану річок. Відслідковували, як скоєний ворогом злочин проти довкілля, вплине на якість води у них. Перевіряли її й на наявність збудників кишкових інфекцій», – пояснила директорка департаменту природних ресурсів та екології Дніпропетровської ОВА Катерина Шаповалова [25].

## 2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Фізико-географічне положення Дніпропетровської області

Дніпропетровська область створена 27.02.1932 р. та поділяється згідно з Постановою ВР України від 17.07.2020 № 807-ІХ “Про утворення та ліквідацію районів” на 7 адміністративних районів, 86 територіальних громад (міський територіальних громад – 20, сільських – 41, селищних – 25), затверджених Кабінетом Міністрів України.

Дніпропетровська область розташована у південно-східному регіоні України та займає значну територію басейну нижньої та середньої течії річки Дніпро. Вона простягається на 130 км з півдня на північ і на 300 км з заходу на схід. Географічні координати області охоплюють паралелі від 47°27'10" до 49°11'28" північної широти та меридіани від 36°05'09" до 39°05'39" східної довготи. На сході Дніпропетровська область межує із Донецькою, на півдні – з Запорізькою та Херсонською, на заході – з Кіровоградською і Миколаївською, а на півночі – з Харківською і Полтавською областями України. (рис. 2.1).

Дніпропетровська область займає площу 31,92 тис. км<sup>2</sup>, що становить 5,3% всієї території України. За площею вона займає другу позицію серед областей України. Адміністративним центром області є м. Дніпро, яке розташоване на двох берегах річок Дніпро і його притоки Самари.

Дніпропетровська область територіально знаходиться у степовій зоні і має переважно рівнинний ландшафт. На заході області розташоване значно розчленоване Придніпровське узвишся, до якого входять хребти Приазовського узвишся з висотою до 211 метрів. Центральну частину займає Придніпровська низина, яка на півдні стає Причорноморською низовиною. Ріка Дніпро протікає через область з північного заходу, і до південного сходу, до її басейну входять такі притоки, як Мокра Сура, Самара, Вовча, Оріль, Інгулець, Базавлук з Саксаганню та інші.





Рисунок 2.1 - Фізико-географічна мапа Дніпропетровської області [10]

В Дніпропетровській області знаходиться близько півтори тисячі водойм і ставків, які загальною площею перевищують 26 тисяч гектарів. Регіон розташований у зоні помірних широт і має помірно континентальний клімат. Зими в області відносно прохолодні, а літа спекотні. Середня річна температура коливається в межах +7 – +9°C. Найхолодніший місяць – січень з температурою від –5 до –7°C, найтепліший – липень з температурним режимом від +22 до +23°C.

Річна кількість опадів зростає від 400–430 мм на півдні області до 450–490 мм у північній частині. Кількість сонячних днів становить в близько 240 днів у році. За значимістю і різноманітністю природних ресурсів дана область – одна з найбагатших в Україні. По усій території області повністю переважають

найбільш родючі ґрунти – чорноземи. Широка мережа водопостачання сприяє здійсненню ефективного сільського господарства [9].

## 2.2 Характеристика досліджуваних водних об'єктів

Обрані водні об'єкти для дослідження наступні: Дніпровське водосховище, річка Інгулець біля м. Кривий Ріг, річка Самоткань біля м. Вільногірськ та річка Самара біля м. Павлоград (рис. 2.2)

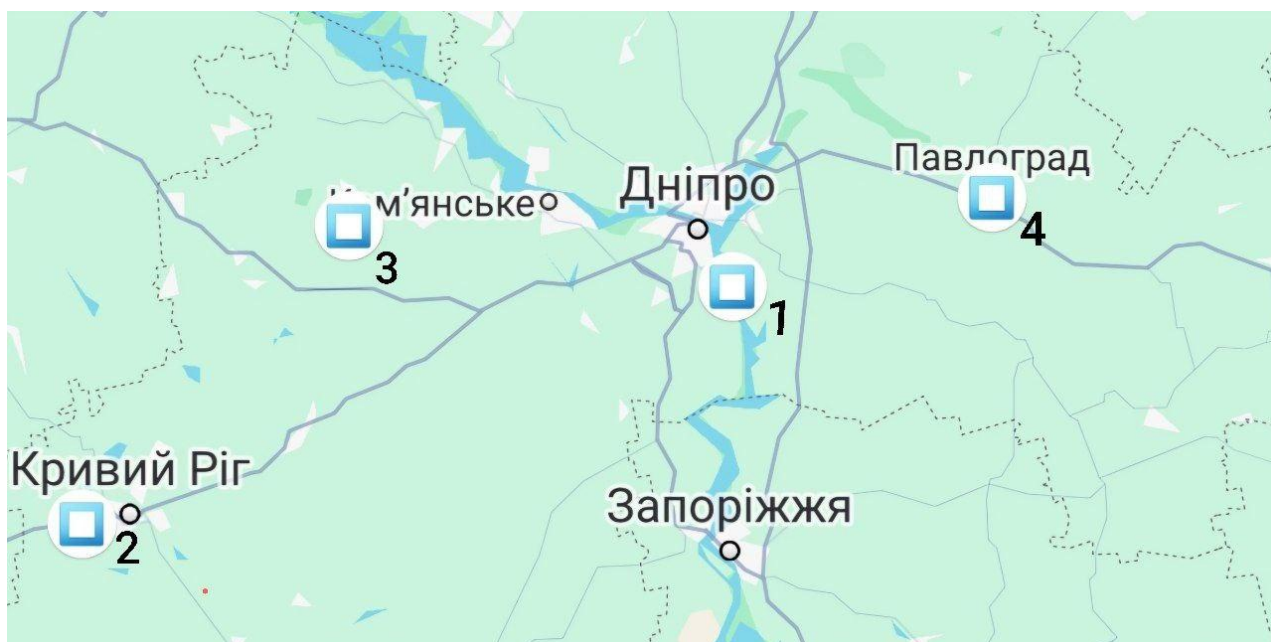


Рисунок 2.2 - Карта місць пробовідбору

*Дніпровське водосховище* є одним з найбільших водосховищ України та важливою складовою каскаду водосховищ на річці Дніпро. Його створення у 1932 році було узгоджене з будівництвом Дніпровської ГЕС, що стало значним кроком у розвитку промисловості та енергетики регіону.

Площа водосховища становить 410 км<sup>2</sup>, об'єм – 3,3 км<sup>3</sup>, простяг – 129 км, ширина – 3,2 км (максимальна – 7 км), середня глибина – 8,2 м, максимальна глибина – 62 м. Довжина берегової лінії складає 550 км. Береги водосховища

складаються з пісків і лесоподібних суглинків, та мають виходи гранітів. Береги можуть досягати висоти 10 метрів. Водосховище замерзає в листопаді–грудні та розмерзається в березні. Товщина криги в середньому становить від 20 до 45 см.

Найвища температура води в липні більше +25 °С. Водообмін у водосховищі проходить 12, а іноді і 14 разів на рік, а рівень води коливається до 2,9 метрів. Дніпровське водосховище розділене на дві частини: верхню, названу "річною", розташовану між населеними пунктами Дніпро та Кам'янське (80 км), і нижню – "озерну", яка простягається між Дніпрогесом і м. Дніпром (90 км). В районі міста Дніпра особливо багато островів.

Будівництво водосховища створило можливість для неперервного судноплавства по річці Дніпро з гирла до Києва і далі. В результаті затоплення водами водосховища було припинено функцію 10 порогів і 40 уступів [11].

Екологічний стан Дніпровського водосховища є предметом численних досліджень, оскільки воно відіграє ключову роль у водопостачанні, сільському господарстві та рибному промислі регіону. Забруднення води, зумовлене промисловими викидами та сільськогосподарськими стоками, є серйозною проблемою, яка вимагає постійного моніторингу та вжиття заходів щодо збереження біорізноманіття та очищення води.

Водосховище також має велике значення для рибного господарства, надаючи місце для промислового та аматорського рибальства. Однак, через екологічні проблеми та необхідність збереження популяцій риб, існують сезонні обмеження на вилов риби, а також зони, де рибальство заборонено. [12].

*Річка Інгулець* – сама нижня притока Дніпра, яка втікає в нього за 43 км від витоку. Інгулець проходить по території Дніпропетровської, Кіровоградської, Херсонської та Миколаївської областей [13].

Річка має довжину 549 км і водозбірний басейн площею 14460 км<sup>2</sup>. Басейн має форму витягнутого трикутника з вершиною біля гирла ріки і основою на північному вододілі. Річкова мережа розвинута достатньо лише у

північній стороні басейну, в якому містяться мало не усі притоки р. Інгулець. На півдні впадає лише р. Висунь. Висота гирла річки над рівнем моря становить 0,1 м. Падіння річки складає 175 м, з нахилом 0,32 м/км (у верхів'ї течії до 1,2 м/км). Швидкість течії на плесах мала, а на перекатах варіюється від 0,2 і до 0,5 м/сек (від 0,72 до 1,8 км/год) [14].

У верхній течії річки Інгулець відбувається формування ряду озероподібних і болотистих плес, які пов'язані між собою тільки під час весняних паводків або після рясних дощів. До міста Олександрія ріка протікає вузько, а береги місцями мають скелясту форму. У районі міста Кривий Ріг річка стає ширше – приблизно 40 метрів, а глибина досягає 1,7 метрів. Водосховище, яке сформувалося у Кривому Розі, утворене на місці виходів граніту на поверхню та порогів р. Інгулець.

У середині течії річка Інгулець протікає через скелясті береги та має значну кількість перекатів і порогів, які мають техногенний характер, так як це автомобільні мості та зруйновані дамби. Нижче Кривого Рогу річка розмиває осадові породи. В гирлі верхньої течії річка пряма, в середній і нижній течії вона має дуже звивистий характер. Характерні петлі річки досягають довжини від 5 до 7 кілометрів і повертаються в точку їх витoku. Дивлячись з початку і до гирла, Інгулець формує 55 меандри. В подальшому ширина річки зростає незначно, досягаючи у місці с. Снігурівки 100 метрів, а у гирлі – 120 метрів. Глибина плес може сягати 5 метрів, а дно в основному піщане.

Басейн річки Інгулець знаходиться у межах двох значних морфоструктур: частина з півночі розташована на Придніпровській височині, тоді як південна частина розташована на Причорноморській низовині. Придніпровська височина складається переважно з докембрійських кристалічних порід. Простір вододолу цієї області покритий значними ярусами молодших порід четвертинних відкладень та палеогену, які включають декілька лесових горизонтів. Ці шари майже повністю закривають стародавні рельєфні форми. У південній частині басейну, що знаходиться на Причорноморській низовині, переважають молодші

відклади, такі як сарматські і понтські відклади, також покриті лесовими горизонтами [15].

Теперішній рослинний покрив басейну р. Інгулець відзначається значними змінами через інтенсивну сільськогосподарську діяльність. Внаслідок освоєння земель для сільського господарства було розорано приблизно 85 % території басейну.

Природні ландшафти залишилися лише на менше ніж 1 % території і мають фрагментарний характер. Вони відтворені на схилах балок, ярів, і річкових долин. На півночі басейну є залишки степової, лучної, лісової і прибережно-водної рослинності, а також рослинність на закам'янілих відслоненнях та пісках. На порушених землях значне поширення отримала синантропна рослинність.

Природна лісова рослинність у басейні Інгульця складається з невеликих ділянок, розташованих у ярах і балках, де переважають в'язово-дубові і байрачні дубові ліси. Також вони зустрічаються по берегах річок у вигляді заплавних осокірників та в'язо-осокірників. Найбільш розповсюджені природні ліси можна знайти у Олександрійському районі, Верхньодніпровському районі, П'ятихатському районі та Солонянському районі. Штучні ліси це – Комісарівський ліс, Ганнівський, Гурівський, Грушеватський ліси та Володимирська Дача.

Сукупна лісистість басейну р. Інгулець не більше 8 %. Найбільший показник в районах на півночі течії: Верхньодніпровський район – 9 %, П'ятихатський район – 4,2 %, Олександрійський район – 8,5 %; а у південних – менший: Широківський район – 1,2 %, Апостолівський район – 1,6 %.

Степова рослинність у басейні Інгульця збереглася на схилах балок і у долинах річки. На півночі басейну рослинність репрезентована різнотравно-типчакково-ковилловими степами, а у південній частині переважають типчакково-ковиллові стеги. На змитих ґрунтах поширені *Bromopsideta ripariae* і *Br. inermis*. Також часто зустрічаються зарості чагарників формацій *Pruneta stepposae*,



*Caraganeta fruticis*, *Ceraseta fruticosae*, *Amygdaleta nanae*, *Spiraeata (hypericifoliae et crenatae)*).

В границях Криворізького району у долині Інгульця та його приток в районі населених пунктів Жовті Води та Саксагань зберігся рослинний покрив відслонень граніту, а в границях Дністровсько-Дніпровського – рослинність відслонень вапняку. Для них притаманні як степові варіанти рослин, так і особливі рослинні угруповання на кам'янистих та вапнякових відслоненнях. Лучна рослинність була збережена у заплавах та на тальвегах балок. Тут більш поширені степові й автентичні луки, для них типовою є наявність солончакових і солонцюватих угруповань. Водна рослинність більше поширена на мілководдях водотоків. Виділяються формації рослинності що занурена, з плаваючими листками та повітряно водною рослинністю. Основними з них є – *Potamogetoneta perfoliati*, *Potamogetoneta pectinati*, *Potamogetoneta crispi*, *Ceratophylleta demerse*, *Trapa borysthenicae*, *Nymphaeta albae*, *Nuphareteta lutei*, *Phragmiteta australis*, *Typheta angustifoliae*.

Флористично водна рослинність не дуже різноманітна. Однак останнім часом значно поширилася синантропна рослинність, яка включає сегетальну (асоціації рослин, що ростуть на вологих місцях) та рудеральну (рослинність на територіях, що постраждали від людської діяльності). Ця рослинність прямо пов'язана з антропічним впливом, що включає зміни в природних умовах і штучну трансформацію ландшафтів [16].

*Річка Самоткань*: Довжина – 42 км, площа басейну – 339 км<sup>2</sup>. Долина коритоподібна, завширшки до 1–1,5 км, завглибшки до 50 м. Річище слабозвивисте, завширшки до 5 м. Заплава в середній течії місцями заболочена. Похил річки 1,1 м/км. Споруджено кілька ставків.

Довжина – 42 км (за іншими даними – 35 км), площа басейну – 339 км<sup>2</sup>. Долина коритоподібна, завширшки до 1–1,5 км, завглибшки до 50 м. Річище слабо звивисте, завширшки до 5 м. Заплава в середній течії місцями заболочена. Похил річки 1,1 м/км. Споруджено кілька ставків [17].



Прибережна ділянка річки Самари затоплена водами Самарської Затоки — частини водосховища. Береги тут двосторонні, зазвичай ширина заплави становить 3–4 км (максимально 6 км), присутні також стариці.



### 3 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

#### 3.1 Скринінговий моніторинг річкового басейну Дніпра

Програма «Скринінговий моніторинг річкового басейну Дніпра» – підготовлена в рамках Проекту ЄС – “Water Initiative plus” (EUWI+) для країн Східної Європи. Відбір проб було проведено в 2020 р. з 7 до 16 жовтня.

Відбір проб води виконали експерти команди УкрНЦЕМ, м. Одеса. Погодження всієї логістики, аналізу зразків та транспортування здійснювалась Інститутом навколишнього середовища (Environmental Institute). Аналізи проводили в лабораторіях, які наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Перелік лабораторій та методів, які застосовувались для аналізування проб води

Інститут / лабораторія	Параметри та матриці	Аналітична техніка
Інститут навколишнього середовища (EI) та Національний університет Каподістрія в Афінах (NKUA)	Масштабний нецільовий скринінг та цільовий скринінг у поверхневих водах та біоті	LC-ESI-QEOf-HRMS
Національний університет Каподістрія в Афінах (NKUA)	Метали в поверхневих водах	ICP-MS
Словацький національний центр діоксинів у Братиславі	Пестициди в поверхневих водах	HRGC-EI-HRMS

Провідною метою дослідження було:

- Аналіз пріоритетних речовин в річковому басейні Дніпра;
- Визначення можливих забруднюючих речовин, що є характерними для басейну р. Дніпро, в різних компонентах водного середовища та біоти шляхом масштабного цільового скринінгу конкретних сполук (>2200 сполук);
- Встановлення основного напрямку хімічного забруднення в межах річкового басейну Дніпра як відправного пункту для подальшого моніторингу якості води, відповідно до вимог Водно-ресурсної директиви [19].

З даної програми до уваги було взято результати досліджень вмісту металів та пестицидів у поверхневих водах на пунктах що розташовані в границях Дніпропетровської області. Пункти пробовідбору вказані в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Розташування пунктів пробовідбору в рамках моніторингу басейну р. Дніпро у Дніпропетровській області та їх GPS координати

№	Місце відбору проб	Метеорологічні умови	Дата пробовідбору	GPS	
				Довгота	Широта
1	Дніпровське водосховище	Сонячно, +16° С	9.10.2020	35°8'38.78"E	48° 18'44.52"N
2	р. Інгулець, біля м. Кривий Ріг	Сонячно, +22° С	8.10.2020	33° 20'31.17"E	47°53'2,95"N
3	р. Самоткань м. Вільногірськ	Сонячно, без вітру, +22° С	9.10.2020	34° 5'18,96"E	48°31'14,16"N
4	р. Самара, гідрологічний пост у м. Павлоград	Сонячно, +19° С	9.10.2020	35°52'14,73"E	48°34'20,99"N

### 3.2 Забезпечення контролю якості зразків

Для розгляду органічних речовин проби поверхневих вод брали у 5-літрові ємності з високощільного поліетилену. Перед використанням ці ємності очищали метанолом. У процесі транспортування їх зберігали в охолоджувальних контейнерах при температурі 4–8°C.

Для перевезення зразків до Словаччини з України при сталій температурі +4°C використовували спеціальний автомобіль, обладнаний охолоджувальною системою. Проби води обсягом 500 мл для визначення вмісту металів відбирали у 2 ємності з високощільного поліетилену по 250 мл. Після відбору зразки негайно фільтрували через нейлоновий фільтр з порами 0,45 мкм та стабілізували додаванням 1 мл надчистої азотної кислоти. Після цього їх транспортували до Словаччини.

Усі проби води зберігалися при температурі +4°C. Аналізи проводилися протягом 30 днів після відбору проб. Лабораторні дослідження виконувалися в лабораторіях, акредитованих згідно з EN ISO / IEC 17025: 2005, та відповідали внутрішнім стандартним процедурам експлуатації. Перед кожним аналізом проводили визначення "холостої" проби. Якщо в "холостій" пробі виявлявся сигнал, його відіймали від сигналу із основних зразків для дослідження. Для визначення кількості можливих втрат речовин під час підготовки проб застосовували стандартний метод добавок, при якому "холоста проба" проходить всі фази перевірки, але не має визначуваної речовини.

### 3.3 Метод мас-спектрометрії для виявлення вмісту важких металів у пробах поверхневих вод

Дослідження проводилось за допомогою методу: Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) – індуктивно-зв'язаної плазми – мас-спектрометрії.

Індуктивно зв'язана плазма – це плазма, яка іонізується за допомогою індукційного нагрівання газу електромагнітною котушкою і містить достатню кількість іонів та електронів, щоб газ став електропровідним. Не весь газ повинен бути іонізованим для того, щоб мати властивості плазми; навіть 1% іонізації створює плазму. Плазма, використовувана в спектрохімічному аналізі, в основному електрично нейтральна, оскільки кожен позитивний заряд іона врівноважений вільним електроном. У цій плазмі позитивні іони майже всі однозарядні, а негативних іонів дуже мало, тому в кожній одиниці об'єму плазми кількість іонів і електронів майже однакова.

Індуктивно зв'язана плазма (ICP) може працювати в двох режимах: ємнісному (E) режимі з низькою щільністю плазми та індуктивному (H) режимі з високою щільністю плазми. Перехід від режиму нагрівання E до H здійснюється за допомогою зовнішніх входів. Мас-спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS) працює в H-режимі.

Мас-спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS) унікальна серед інших форм неорганічної мас-спектрометрії завдяки своїй здатності безперервно відбирати пробу аналіту. Це суттєво відрізняється від інших методів, таких як мас-спектрометрія з тліючим розрядом (GDMS) та термічна іонізаційна мас-спектрометрія (TIMS), які потребують двоетапного процесу: вставляння зразка у вакуумну камеру, герметизація вакуумної камери, відкачування вакууму, подача енергії на зразок, і тільки тоді іони надсилаються в масовий аналізатор. В ICP-MS зразок для аналізу перебуває під атмосферним

тиском. Завдяки ефективному використанню диференціальної накачки, яка включає кілька вакуумних ступенів, розділених диференціальними отворами, іони, створені в плазмі аргону, передаються через мас-аналізатор до детектора за допомогою різних методів електростатичного фокусування та підраховуються. Це не тільки дозволяє аналітику значно збільшити пропускну здатність аналізу (кількість зразків, будуть проаналізовані за певний час), але й робить можливим так зване «отримання із дозволом за часом». Методи з дефісом, такі як рідинна хроматографія з індуктивно зв'язаною плазмою мас-спектрометрії (LC-ICP-MS); лазерна абляція з індуктивно зв'язаною плазмою мас-спектрометрії (LA-ICP-MS); поточна інжекція з індуктивно зв'язаною плазмою мас-спектрометрії (FIA-ICP-MS) тощо отримали переваги цієї відносно нової технології. Це стимулювало розробку нових інструментів для дослідження, включаючи геохімію, судову хімію, біохімію та океанографію. Збільшення пропускну здатності для обробки від десятків до сотень проб на день революціонізувало екологічний аналіз, знижуючи витрати. Сутність полягає в тому, що зразок знаходиться під тиском навколишнього середовища, тоді як аналізатор і детектор працюють під  $1/10\ 000\ 000$  частини цього тиску під час звичайної роботи.

Плазма з індуктивним зв'язком для спектрометрії (ICP) підтримується у факелі, який складається з трьох концентричних трубок, зазвичай виготовлених із кварцу. Внутрішня трубка (інжектор) може бути сапфіровою, особливо коли використовується плавикова кислота. Кінець цього факела розміщений всередині індукційної котушки, яка живиться радіочастотним електричним струмом. Потік газу аргону (зазвичай від 13 до 18 літрів на хвилину) вводиться між двома зовнішніми трубками факела. Електрична іскра на короткий час подається, щоб ввести вільні електрони в потік газу. Ці електрони взаємодіють з радіочастотним магнітним полем індукційної котушки, прискорюючись спочатку в одному напрямку, а потім в іншому, коли поле змінюється з високою частотою (зазвичай 27,12 мільйонів циклів на секунду). При

зіткненнях прискорені електрони можуть відірвати електрон від атома аргону, створюючи іон. Вивільнений електрон, у свою чергу, прискорюється мінливим магнітним полем. Цей процес триває, доки швидкість вивільнення нових електронів при зіткненнях не врівноважиться швидкістю рекомбінації електронів з іонами аргону (атомами, які втратили електрон). Це створює «вогняну кулю», яка складається переважно з атомів аргону, з невеликою часткою вільних електронів та іонів аргону. Температура плазми дуже висока, близько 10 000 К. Плазма також випромінює ультрафіолетове світло, тому з міркувань безпеки не слід дивитися

ICP може зберігатися в кварцовому пальнику, оскільки потік газу між двома крайніми трубками утримує плазму подалі від стінок пальника. Другий потік аргону (приблизно 1 літр на хвилину) зазвичай вводиться між центральною та проміжною трубами, щоб утримувати плазму від кінця центральної труби. Третій потік (також приблизно 1 літр на хвилину) газу вводиться в центральну трубу факела. Цей газовий потік проходить через центр плазми, де він утворює канал, який холодніший за навколишню плазму, але все ще набагато гарячіший за хімічне полум'я. Зразки, що підлягають аналізу, вводять у цей центральний канал у вигляді туману рідини, який утворюється шляхом пропускання рідкого зразка через розпилювач.

Для максимізації температури плазми і стабільності, зразок слід вводити через центральну трубку з якомога меншою кількістю рідини (завантаження розчинником) і з однаковими розмірами крапель. Для рідких зразків можна використовувати розпилювач, який розпилює розчин на менші краплі, або десольватор для видалення більших крапель перед введенням у факел. Тверді зразки можна вводити за допомогою лазерної абляції. Зразок потрапляє в центральний канал ICP, де він випаровується, молекули розпадаються, а потім складові атоми іонізуються.

При високих температурах плазми значна частина атомів багатьох хімічних елементів іонізується, втрачаючи свій найбільш слабозв'язаний

електрон, що призводить до утворення однозарядних іонів. Температура плазми підбирається таким чином, щоб максимізувати ефективність іонізації для елементів з високою енергією першої іонізації, одночасно мінімізуючи другу іонізацію для елементів з низькою енергією другої іонізації.

Для підключення до мас-спектрометра іони з плазми екстрагуються через ряд конусів, зазвичай до квадрупольного мас-спектрометра. Іони розділяються відповідно до їхнього співвідношення маси до заряду, а детектор реєструє іонний сигнал, пропорційний концентрації.

Концентрація зразка визначається шляхом калібрування за допомогою сертифікованих еталонних матеріалів, таких як одно- або багатоеlementні еталонні стандарти. ICP-MS також підходить для кількісного аналізу за допомогою ізотопного розведення, одноточкового методу, який базується на використанні ізотопно збагаченого стандарту. Щоб підвищити відтворюваність результатів та компенсувати помилки, спричинені зміною чутливості, може бути використаний внутрішній стандарт [20].

Інші мас-аналізатори, підключені до систем ICP, включають магнітно-електростатичні секторні системи з подвійним фокусуванням, у яких може бути як один, так і кілька колекторів, а також системи часу польоту (як аксіальні, так і ортогональні прискорювачі).

ICP-MS також широко використовується в геохімії для радіометричного датування, де застосовується для аналізу відносних кількостей різних ізотопів, зокрема урану та свинцю. Цей метод краще підходить для такого застосування, ніж термічна іонізаційна мас-спектрометрія, яка використовувалася раніше, оскільки речовини з високою енергією іонізації, такі як осмій і вольфрам, легко іонізуються. Для роботи з високоточними коефіцієнтами зазвичай використовуються інструменти з декількома колекторами, щоб зменшити вплив шуму на обчислені коефіцієнти.

Щодо введення та виведення, прилад ICP-MS використовує підготовлений матеріал зразка та перетворює його на мас-спектральні дані.

Аналітична процедура займає певний час; після її завершення прилад можна переключити на обробку наступного зразка. Серія вимірювань таких зразків вимагає, щоб прилад мав запалювання плазми, у той час як низка технічних параметрів має бути стабільною, щоб отримані результати мали реально точну та точну інтерпретацію. Підтримка плазми вимагає постійної подачі газу-носія (як правило, чистого аргону) і підвищеного енергоспоживання приладу. Якщо ці додаткові поточні витрати вважаються невиправданими, плазму та більшість допоміжних систем можна вимкнути. У такому режимі очікування працюють лише насоси для підтримки належного вакууму в мас-спектрометрі. [20]

Саме дослідження проводилось за допомогою приладу під назвою “Thermo Scientific iCAP RQ ICP-MS”.

#### 3.4 Метод газової хроматографії для виявлення вмісту пестицидів у пробах води

Газова хроматографія — це метод хроматографії, що застосовується в аналітичній хімії задля розчленування та аналізування сполук, що можуть випаровуватися без розкладання. Зазвичай газову хроматографію використовують для перевірки чистоти взятої речовини або задля розчленування різних частин суміші, при цьому можна визначити і відносну кількість цих компонентів. У деяких випадках газова хроматографія може допомогти у визначенні сполук. У препаративній хроматографії цей метод можна застосовувати для виділення чистих сполук з суміші.

Рухомою фазою в газовій хроматографії є газ-носіє, зазвичай цей газ інертний, як гелій, або неактивний, як азот, наприклад. Гелій є найпоширенішим газом-носієм і використовується в приблизно 90 % приладів, хоча азот вважається кращим для розділення. Нерухома фаза являє собою шар мікроскопічних частин полімеру або рідини на твердій опорі, розташованій



всередині шмату скляної чи металеві труби, відомої як колонка (аналогічна фракціонуючій колонці, яка застосовується в дистиляції). Прилад, який застосовується для реалізації газової хроматографії, називають газовим хроматографом.

В залежності від типу фази, газову хроматографію визначають як газотвердофазна і газорідинна хроматографія. У першому випадку фазою яка є нерухомою виступає твердий носій, наприклад, силікагель, вугілля або алюмінію оксид, а в другому випадку – рідина, що нанесена на поверхню інертного носія.

Метод газорідинної хроматографії передбачає розчленування газової суміші за рахунок різних властивостей щодо розчинності компонентів в рідині або відмінної один від одного стабільності комплексів, які утворюються. У цій методиці рідина є нерухомою фазою, що нанесена на інертний носій, а газ є рухомою фазою.

Розділення компонентів суміші базується на відмінностях у їх летючості та розчинності (або адсорбції). Цей метод підходить для аналізу твердих, рідких та газоподібних речовин з молекулярною масою менше 400, що відповідають певним вимогам: летючість, термічна стабільність, інертність і легкість отримання речовини. Під ці вимоги зазвичай підходять органічні речовини, тому газова хроматографія широко застосовується для аналізу сполук органічного походження.

Газоподібні сполуки, які піддаються аналізу, взаємодіють зі стінками колонки, закритими нерухомою фазою. Це веде до того, що сполука елюється в різний час, який називають – час затримки сполук. Порівняння часу затримки – це те, що надає газовій хроматографії її корисність в аналітичному плані.

Газова хроматографія схожа на колонкову, але відрізняється у деяких важливих моментах. Перша відмінність полягає у процесі поділу сполук в суміші, що відбувається між рідкою нерухомою і рухомою фазою, а у колонковій хроматографії нерухома фаза є, на відміну, твердою, тоді як рухома

фаза – рідкою. З цього й виходить повна назва процесу – «газо-рідинна хроматографія», яка відображає природу рухомої та нерухомої фаз.

Друга відмінність полягає в колонці, через яку проходить газова фаза. Вона локалізована в термостаті, що дає змогу контролювати температуру газу, коли у колонковій хроматографії зазвичай подібного врегулювання температури немає. Також, концентрація сполук в газовій фазі знаходиться в залежності виключно від тиску пари газу.

Газова хроматографія також відома як ПФХ (парофазна хроматографія) або ГРРХ (газо-рідинна розподільна хроматографія). Ці назви та їх скорочення часто використовуються в літературі наукового напрямлення. З огляду на це, можна стверджувати, що термін ГРРХ є найбільш точним, і тому багато авторів надають йому перевагу.

Вимірювання, проведені за допомогою газової хроматографії у поєднанні з мас-спектрометрією, виконувалися на приладі-системі Thermo Scientific DFS High Resolution GC-MS – газова хроматографія + мас-спектрометрії з глибоким аналізом. Газовий хроматограф використовувався в режимі пульсаційного введення проби без розділення потоку, при цьому об'єм введення становив 1 літр. Калібрування мас-спектрометра з магнітною секцією проводилось автоматично за допомогою перфторотрібутиламіну перед кожним введенням [22].

За екологічний стандарт у даному дослідженні було прийнято "Environmental Quality Standards", скорочено – EQS (стандарти якості навколишнього середовища). Це набір числових значень або концентрацій речовин у повітрі, воді або ґрунті, які визначаються для оцінки та контролю якості навколишнього середовища, а також для захисту здоров'я людей та екосистем.

Це екологічний стандарт якості середовища для певних речовин, який визначає порогові значення концентрації, нижче яких не відбувається негативного впливу на навколишнє середовище. Цей стандарт чітко враховує

можливе розведення при різних місцях викиду і стосується навколишнього середовища незалежно від джерел викидів, беручи до уваги специфічні місцеві екологічні умови.

Мета EQS полягає в тому, щоб забезпечити, що рівні забруднення не перевищують встановлені межі, які забезпечують належний захист для стану людей та екосистем, і щоб підтримувати стабільність та стан природних середовищ [23].

## 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 4.1 Вміст важких металів у пробах води

Аналіз методом індуктивно-зв'язаної плазми мас-спектрометрії проводився в університеті Каподістрія в Афінах за допомогою Thermo Scientific iCAP RQ ICP-MS для визначення важких металів. Аналіз зразків поверхневих вод здійснювався після підкислення середовища. Для зменшення інтерференції використовувався гелій. Дискримінація за кінетичною енергією проводилась з використанням гелію. Внутрішні стандарти для кожного елементу доповнювалися автоматичною системою пробовідбору у реальному часі. Жорсткість води, використовувана для підтвердження оцінки кадмію, визначалася в межах 100–200 мг. CaCO<sub>3</sub>/л в кожній з проб. Для аналізу металів у воді використовувались сертифіковані показові матеріали.

Результати досліджень наведено у таблиці 4.1 та на рисунках 4.1–4.6.

Таблиця 4.1 - Результати аналізу проб поверхневої води на вміст важких металів

Метали	Cd (мкг/л)	Ni (мкг/л)	As (мкг/л)	Cr (мкг/л)	Cu (мкг/л)	Zn (мкг/л)
Граничні значення (ГДК)	0,15	0,4	0,2	0,9	1,6	9,6
Дніпровське водосховище	0,091	1,33	1,74	0,18	4,21	9,2
р. Інгулець	0,345	0,977	1,74	0,777	6,06	38,4
р. Самоткань	0,106	1,98	2,27	0,18	1,62	17,2
р. Самара	0,091	1,641	1,746	0,18	1,52	23,5

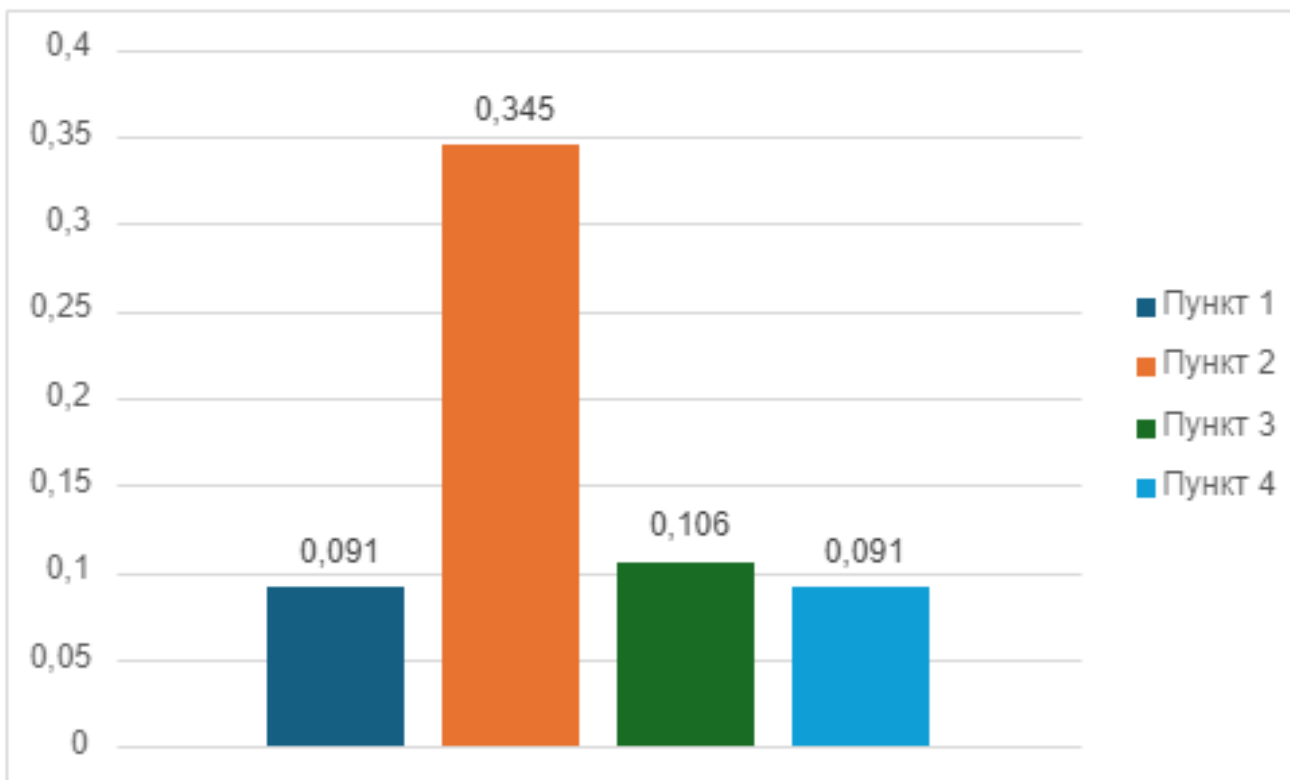


Рисунок 4.1 - Порівняння вмісту кадмію на пунктах пробовідбору

*Кадмій* – Перевищення вмісту більше ніж у 2 рази у р. Інгулець біля м. Кривий Ріг (пункт 2). Це забруднення зумовлено тим, що Кривий Ріг є одним з найбільших промислових центрів України, де розташовані численні металургійні підприємства та шахти. Видобуток та обробка металів, зокрема заліза та інших кольорових металів, супроводжуються утворенням значної кількості відходів, які можуть містити кадмій. Потрапляння цих відходів у водні об'єкти відбувається через стічні води та поверхневий стік.

Крім того, сільське господарство в регіоні також може сприяти забрудненню кадмієм. Використання фосфатних добрив, які можуть містити сліди кадмію, призводить до його накопичення в ґрунтах. Внаслідок ерозії та змивання дощовими водами, ці забруднювачі можуть потрапляти у р. Інгулець.

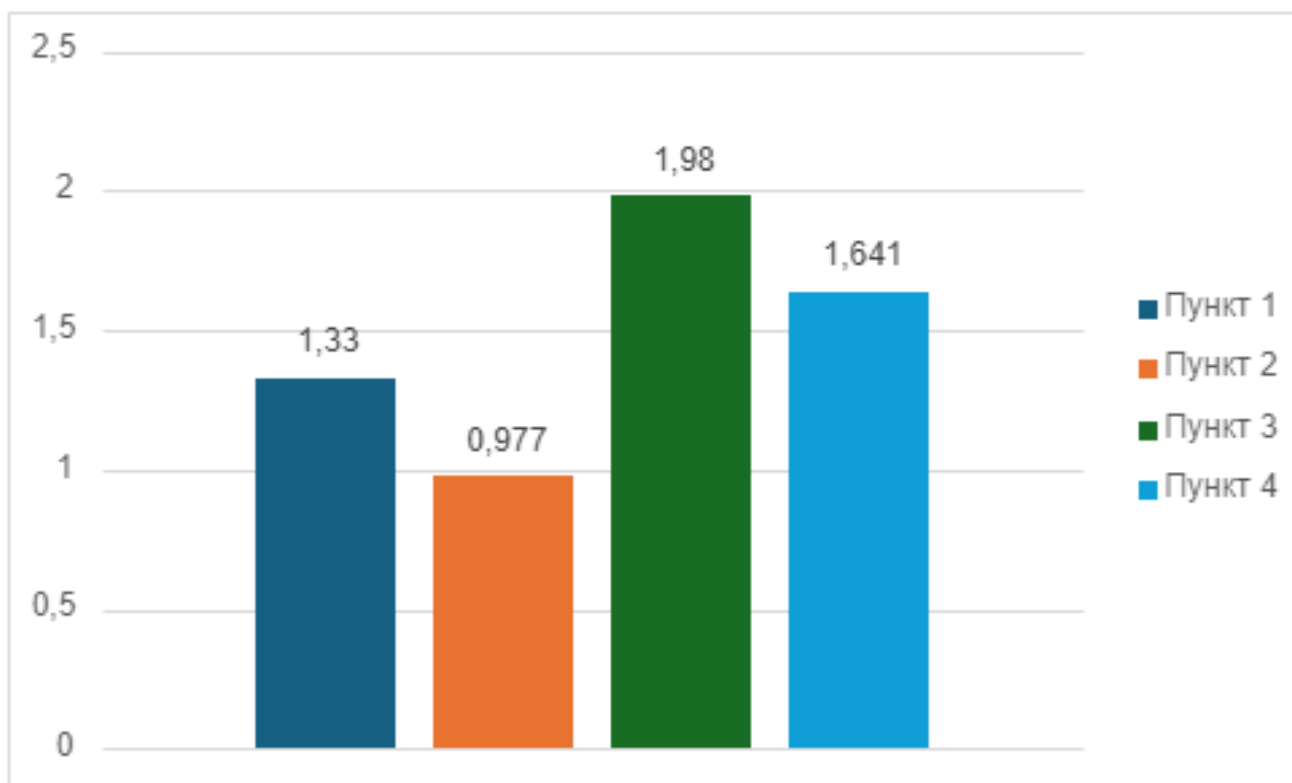


Рисунок 4.2 - Порівняння вмісту нікелю на пунктах пробовідбору

*Нікель* – на жодному з об’єктів дослідження перевищення не зафіксовано. Такий результат зумовлений тим що родовища нікелю наразі не розробляються, хоча в надрах Дніпропетровської області міститься до 59 % від усіх запасів нікелю в Україні.

Але все ж, дивлячись на діаграму, можна виділити р. Самоткань біля м. Вільногірськ (пункт 3). Вміст нікелю у воді там найближчий до граничного значення серед усіх точок.

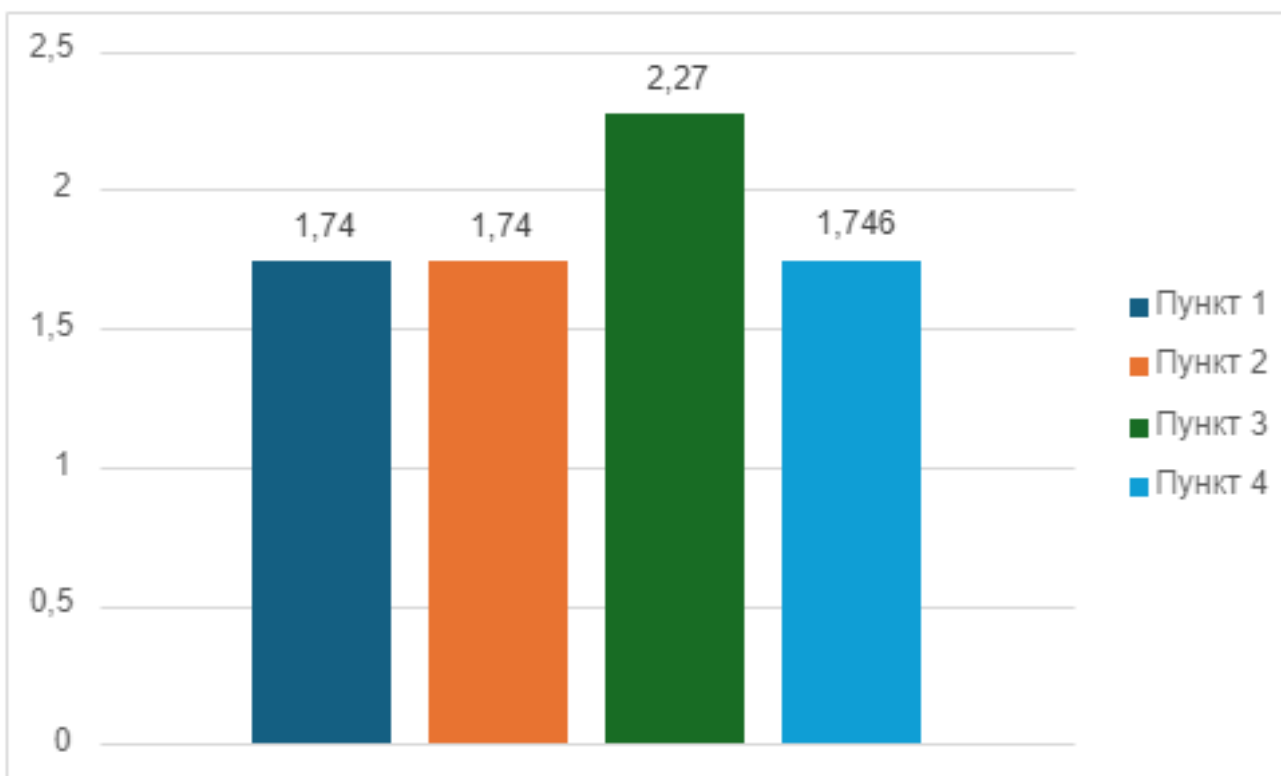


Рисунок 4.3 - Порівняння вмісту арсену на пунктах пробовідбору

*Арсен* – Вміст цього металу у всіх 4-х пунктах мінімальний

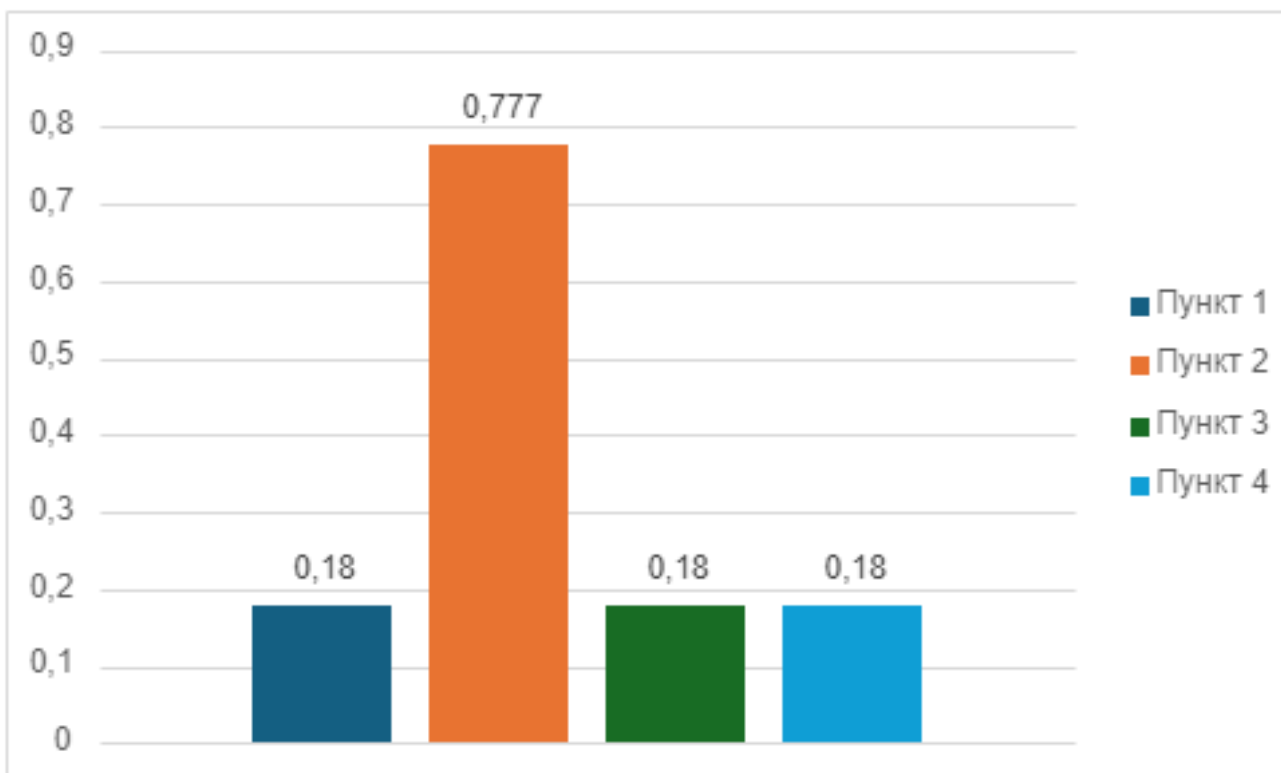


Рисунок 4.4 - Порівняння вмісту хрому на пунктах пробовідбору

*Хром* – вміст даного металу на всіх пунктах пробовідбору мінімальний

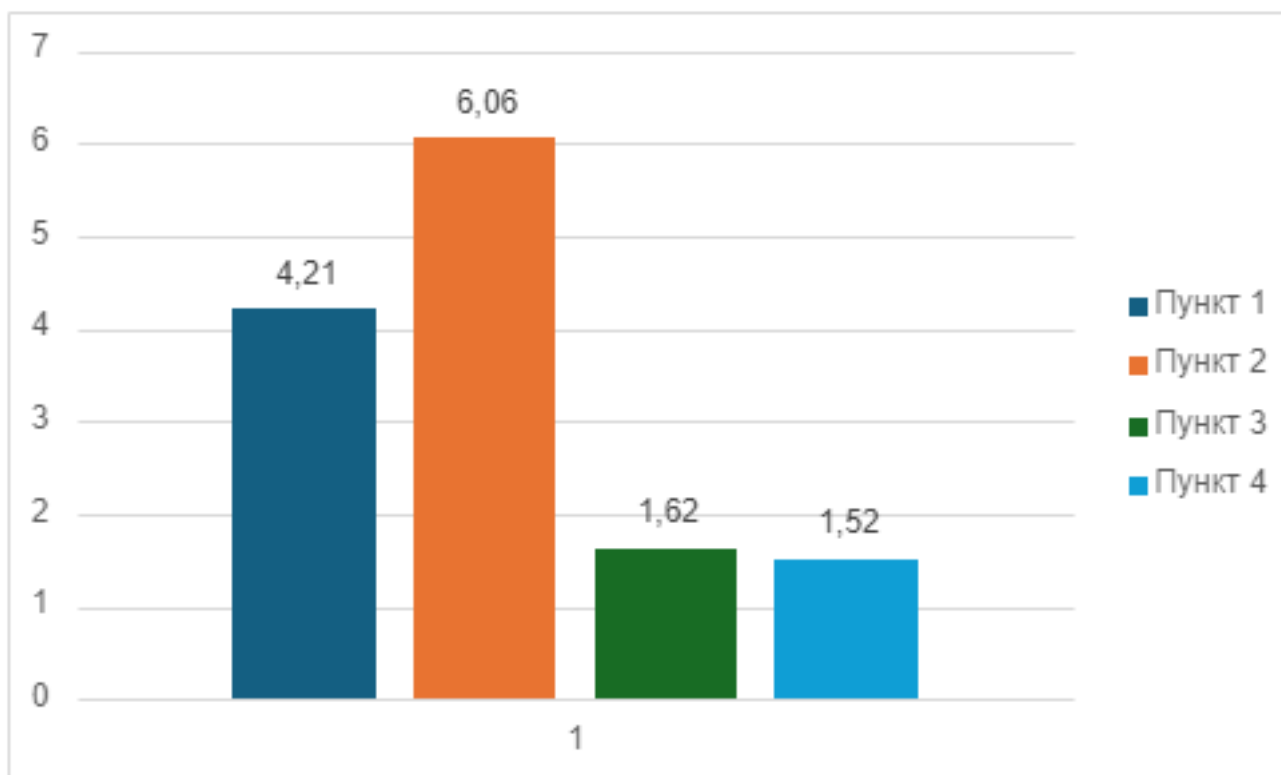


Рисунок 4.5 - Порівняння вмісту міді на пунктах пробовідбору

*Мідь* – на діаграмі ми бачимо серйозне перевищення вмісту цього металу в пробах води з Дніпровського водосховища (пункт 1) та з р. Інгулець біля м. Кривий ріг (пункт 2), та незначне перевищення в пробах з р. Самоткань (пункт 3). Це сигналізує про те, що близ цих пунктів знаходяться великі металургійні заводи які своєю діяльністю провокують забруднення води. Такими підприємствами можуть бути: ПАТ “Криворізький залізорудний комбінат”, місто Кривий Ріг, та ПрАТ “Дніпровський металургійний завод”, місто Дніпро.



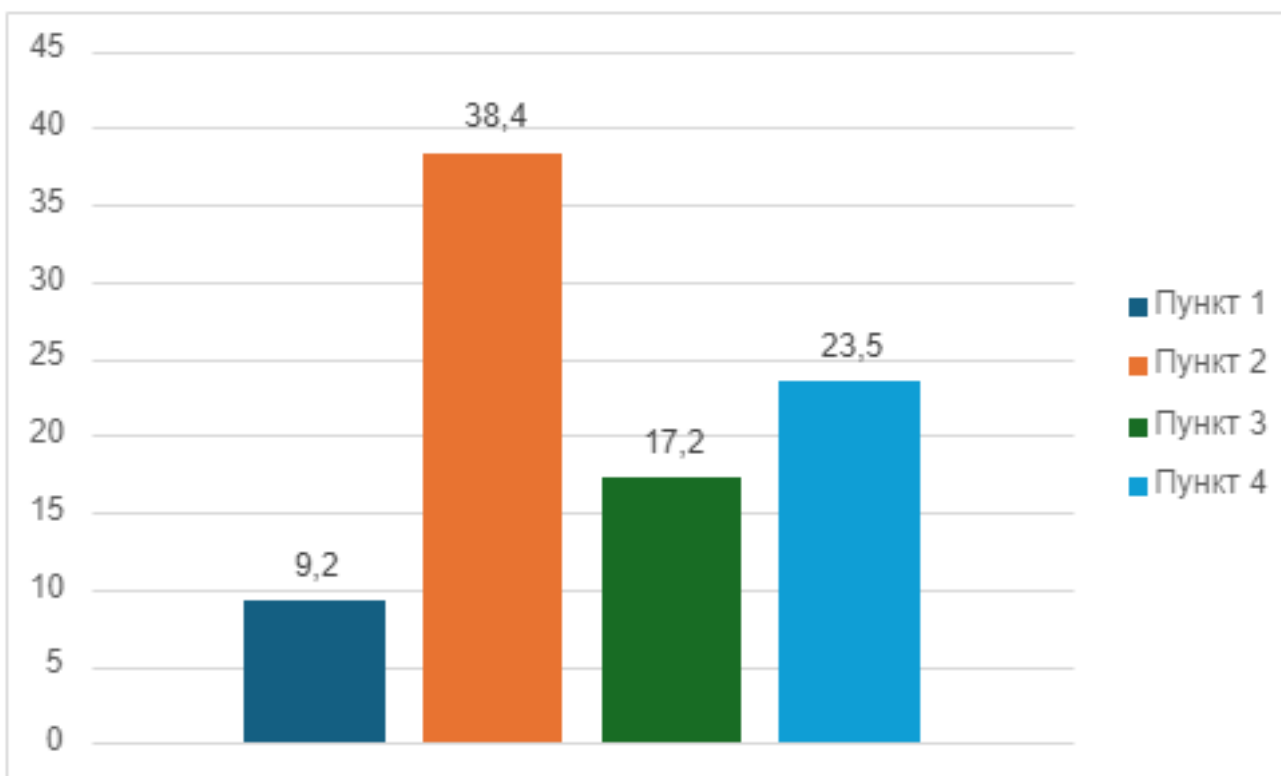


Рисунок 4.6 - Порівняння вмісту цинку на пунктах пробовідбору

*Цинк* – на діаграмі видно що в р. Інгулець (Пункт 2) перевищення граничного значення найбільше – в 4 рази. На р. Самоткань і р. Самара (Пункти 3 і 4) – перевищення більше, ніж в 2 рази.

Загалом можна помітити що найгірша ситуація, з точки зору забруднення поверхневих вод, склалась саме на Пункті 2 – річка Інгулець біля міста Кривий Ріг. Що не дивно, так як Кривий Ріг вважається найбільш забрудненим містом України. Так сталося через активну діяльність металургійних підприємств які щоденно у результаті своєї технології виробництва здійснюють у навколишнє середовище викиди з великим вмістом важких металів.

По наведеним вище даним помітно, що стан поверхневих вод у Кривому Розі є критичним і вимагає негайних заходів для покращення. Високий рівень забруднення важкими металами, такими як кадмій, мідь та цинк, значно перевищує допустимі норми і становить серйозну загрозу для фізичного стану місцевого населення та довкілля. Забруднені води річки Інгулець негативно

впливають на водні екосистеми, спричиняючи смерть риби і інших водних організмів, а також знижуючи біорізноманіття.

Активна діяльність металургійних підприємств без належної очистки стічних вод та впровадження сучасних технологій очищення викидів є головною причиною деградації якості води. Необхідно впроваджувати більш суворий контроль за дотриманням екологічних норм та стандартів, а також розробляти і реалізовувати програми з модернізації виробництва, які сприятимуть зниженню рівня забруднення.

Крім того, слід проводити регулярний моніторинг стану водних об'єктів, щоб оперативно виявляти та усувати джерела забруднення. Залучення громадськості до вирішення екологічних проблем, проведення інформаційних кампаній щодо збереження водних ресурсів і розвитку екологічної свідомості серед населення також є важливими кроками у покращенні ситуації.

#### 4.2 Вміст пестицидів у пробах води

Обробка проб води включала розділення на фракції для поліхлорованих дібензо-*p*-діоксинів та дібензофуранів, планарних поліхлордифенілів та непланарних поліхлордифенілів, після чого було проведено аналіз глибини за допомогою газового хроматографа високого розділення і мас-спектрометра високого розділення. Засвідчення якості та визначення кількісного вмісту пестицидів здійснювалося за допомогою процедури аналізу ізотопного розведення. Заміри, здійснювані за допомогою газової хроматографії, спільно з мас-спектрометрією високого розділення, проводились на системі Thermo Scientific DFS High Resolution GC-MS – газової хроматографії і мас-спектрометрії з глибоким аналізом у поєднанні з газовим хроматографом. Газовий хроматограф використовувався в режимі пульсаційного введення проби без ділення потоку, при цьому об'єм введення становив 1 літр.

Калібровка мас-спектрометру з магнітною секцією проводилося автоматично з використанням перфторотрібутиламіну перед кожним введенням. В методі, що використовувався, LOQ встановлювався індивідуально для кожного зразка [19].

Результати внесені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Результати аналізу проб поверхневої води на вміст пестицидів

Пестициди	Карбендазим (нг/л)	Метолахлор (нг/л)	Азоксистробін (нг/л)	Тербутилазин (нг/л)
Граничні значення (ГДК)	3,46	0,0613	0,783	8,31
Дніпровське водосховище	14,6	0,0613	2,58	27,4
р. Інгулець	11,4	0,0613	0,783	27,4
р. Самоткань	3,46	0,0613	0,783	8,31
р. Самара	3,46	0,0613	0,783	8,31

Більшість показників не перевищують граничні значення, але для більш детального порівняння по пунктам пробовідбору приведені діаграми (рис. 4.7–4.10).

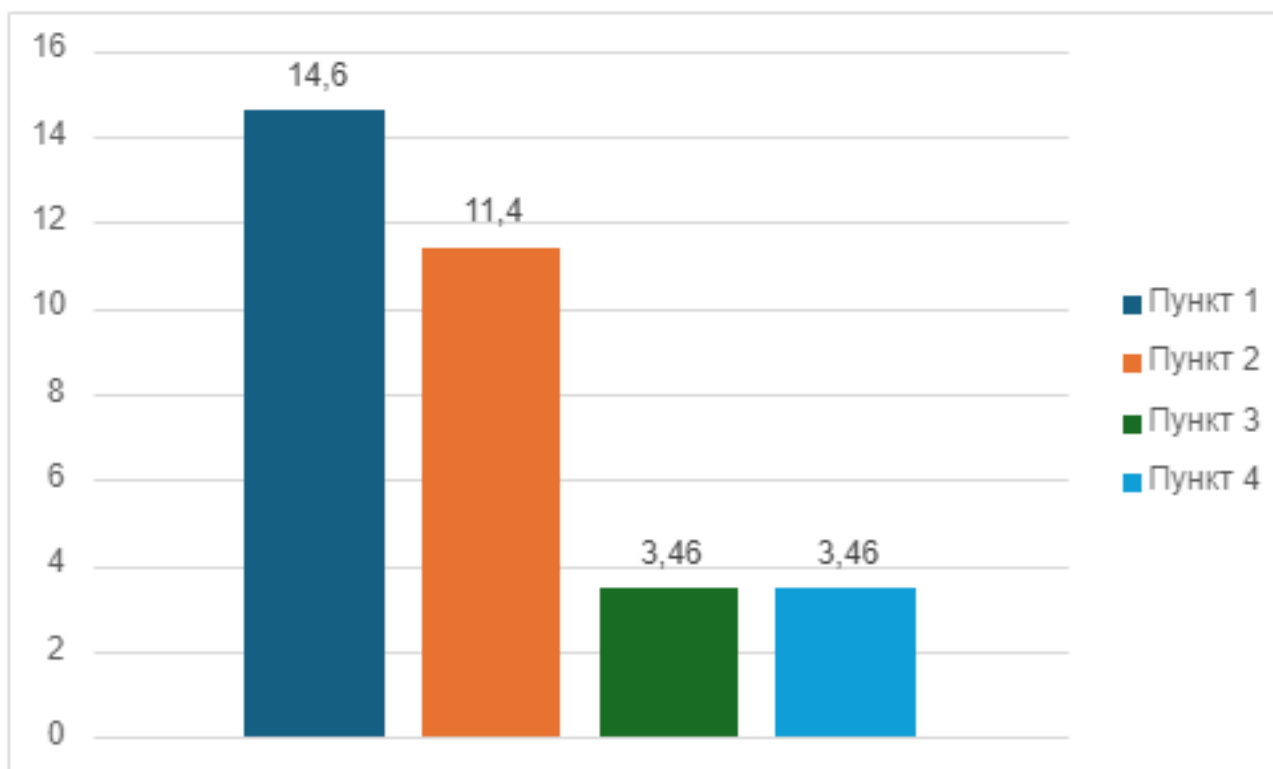


Рисунок 4.7 - Порівняння вмісту карбендазиму на пунктах пробовідбору.

У Дніпровському водосховищі вміст карбендазиму в воді складав 4,2 ГДК, у воді р. Інгулець вміст карбендазиму перевищував ГДК у 3,3 рази.

Карбендазим є фунгіцидом, який широко використовується для боротьби з грибковими захворюваннями рослин. Перевищення його вмісту у воді може призводити до токсичного впливу на водні організми, включаючи риб, молюсків та водорості. Він може викликати порушення у розвитку і розмноженні водних організмів, знижувати їх виживаність та призводити до зменшення біорізноманіття. Для людей карбендазим може бути небезпечним при вживанні забрудненої води або харчових продуктів, вирощених на забрудненій воді, спричиняючи різні захворювання, включаючи гормональні порушення та проблеми з репродуктивною системою.

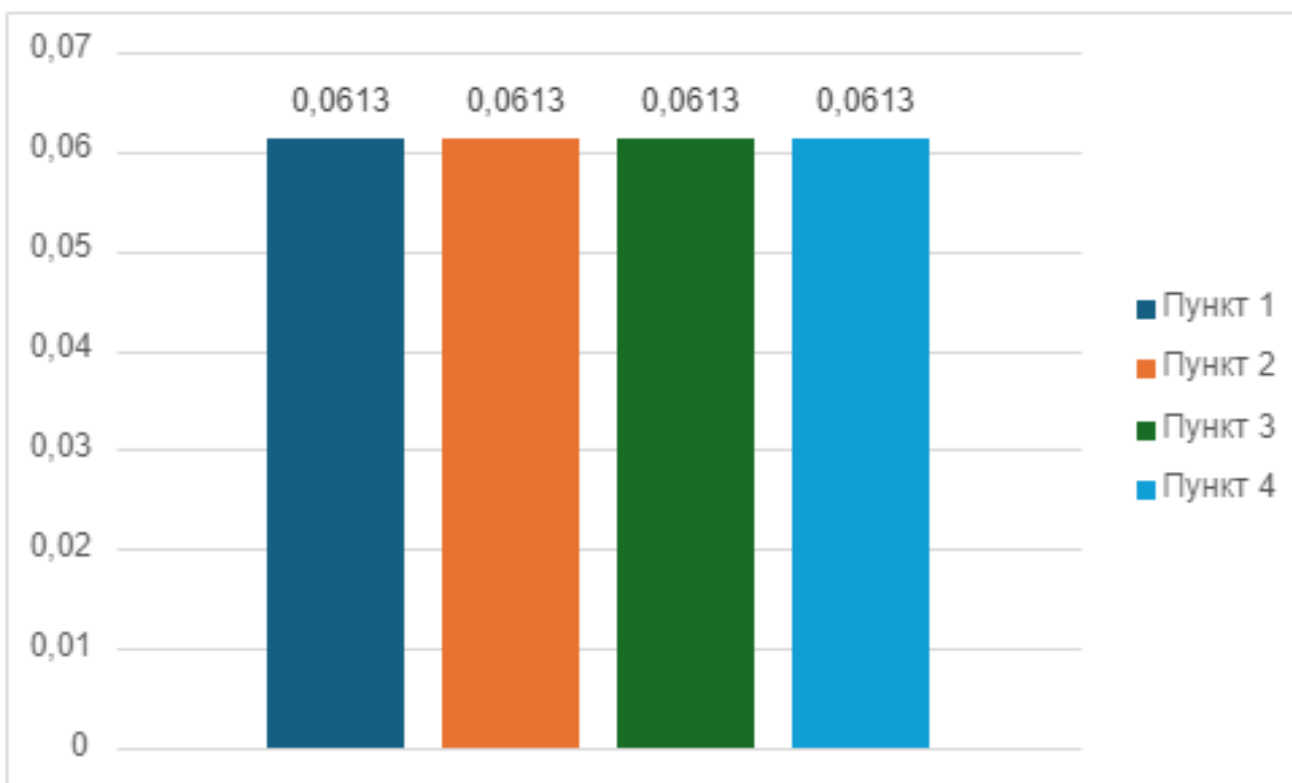


Рисунок 4.8 - Порівняння вмісту метолахлору на пунктах пробовідбору.

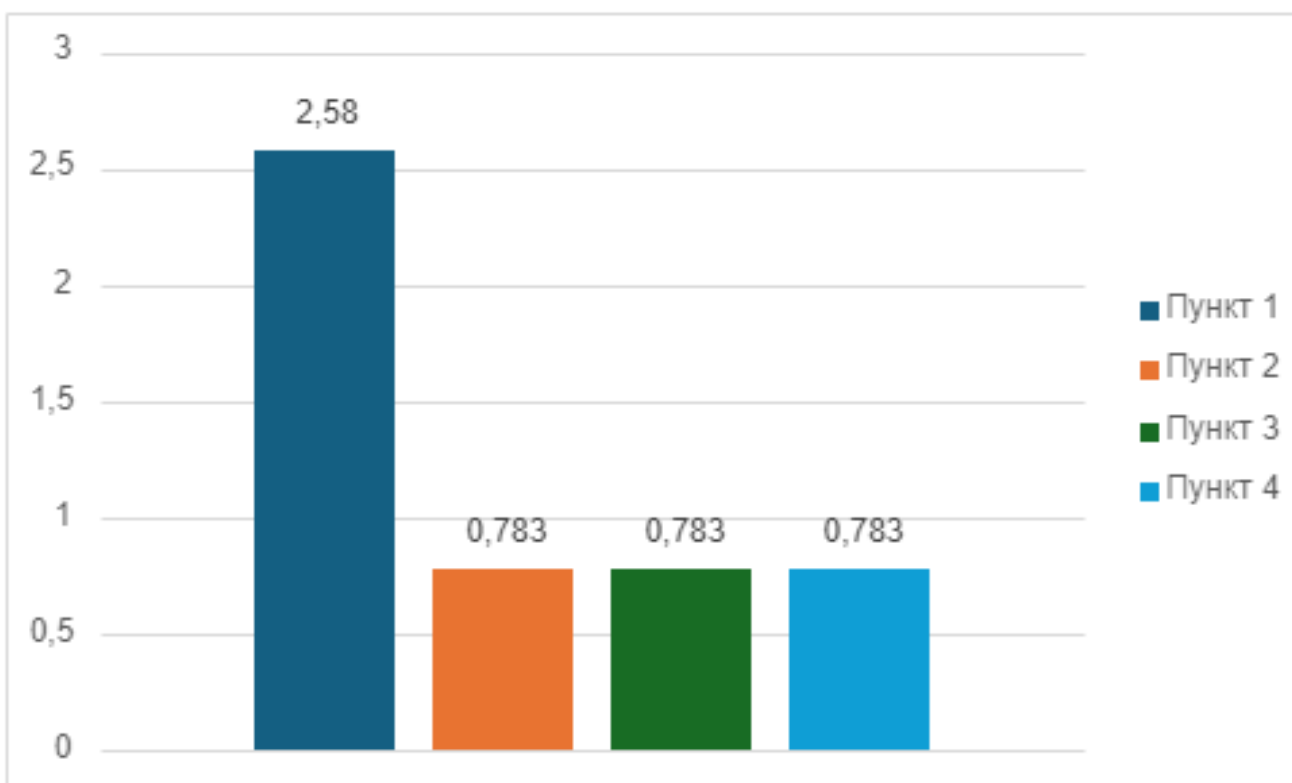


Рисунок 4.9 - Порівняння вмісту азоксистробіну на пунктах пробовідбору.

У Дніпровському водосховищі вміст азоксистробіну в воді перевищував ГДК у 3,3 рази; в інших досліджуваних точках перевищень ГДК за вмістом азоксистробіну не спостерігалось.

Азоксистробін також є фунгіцидом і використовується для захисту рослин від грибкових інфекцій. Високі концентрації азоксистробіну у воді можуть негативно впливати на водні екосистеми, зокрема, порушувати процеси фотосинтезу у водоростях і спричинити смерть риби і інших водних організмів. Він може бути стійким у навколишньому середовищі та накопичуватись у харчовому ланцюзі, що призводить до довготривалих екологічних проблем.

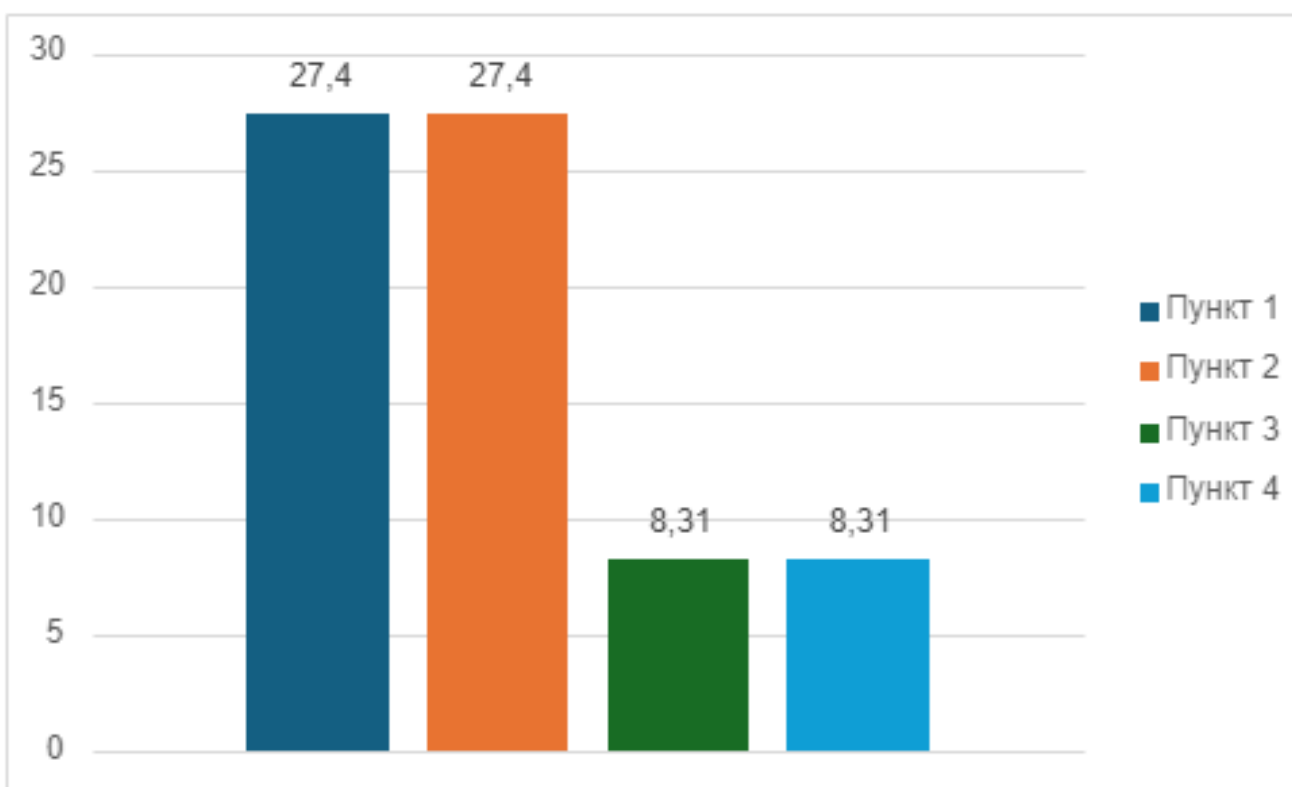


Рисунок 4.10 - Порівняння вмісту тербутилазину на пунктах пробовідбору.

У воді Дніпровського водосховища та р. Інгулець вміст пестициду тербутилазину перевищував ГДК у 3,3 рази.

Тербутилазин є гербіцидом, який використовується для контролю бур'янів. Він є стійким у ґрунті і воді, що робить його особливо небезпечним забруднювачем. Високий вміст тербутилазину у воді може призводити до токсичного впливу на водні рослини та водорості, знижуючи їх ріст і

продуктивність. Це, у свою чергу, може нести за собою негативні наслідки для всієї водної екосистеми, оскільки рослини і водорості є основою харчового ланцюга. Для людей тербутилазин може бути шкідливим при тривалому вживанні, спричиняючи різні захворювання, включаючи рак та гормональні порушення.

По наведеним вище діаграмам помітно що найбільш забруднена пестицидами вода в Дніпровському водосховищі (пункт 1), а однаково чисті, не перевищуючи граничних значень є води річок Самоткань і Самара (пункти 3 та 4). Також слід зауважити що вміст метолахлору на всіх пунктах в межах норми.

Перевищення вмісту карбендазиму, азоксистробіну та тербутилазину у воді може нести за собою серйозні негативні наслідки для екосистем, здоров'я людей та сільськогосподарського виробництва. Кожен із цих пестицидів має свої особливі властивості та вплив на навколишнє середовище, проте всі вони токсичні у високих концентраціях.

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У процесі дослідження стану поверхневих вод басейну р. Дніпро, потрібно також оцінити, чи є наш проект економічно доцільним. Основна мета економічної частини дипломної роботи полягає в оцінці рентабельності такого проекту.

Основні показники економічної ефективності проекту вказані на рис. 5.1.

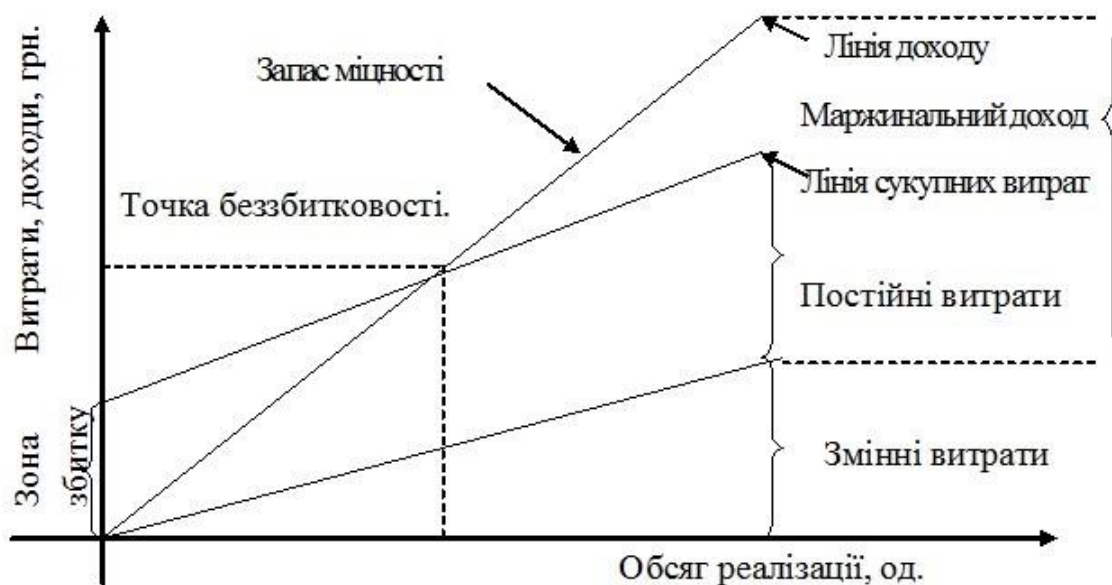


Рисунок 5.1 - Показники рентабельності проекту

За допомогою цієї схеми ми можемо визначити, чи є доцільним проведення подальших досліджень і розробка рекомендацій для поліпшення ситуації.

Витрати на обов'язкові матеріали для роботи з комп'ютером та для проведення досліджень. Приклад розрахунку наводиться в табл. 5.1.



Таблиця 5.1 - Витрати на обов'язкові матеріали для роботи з комп'ютером та для проведення досліджень.

Найменування матеріалу	Виробник і марка	Одиниця виміру	Норма витрат	Ціна, грн.	Вартість, грн.
Папір формату А4	Zoom	Пачка	1	202	202
pH-метр	HORIBA LAQUAtwin pH-33	шт	2	400	800
USB флеш-накопичувач	Lenovo	шт	1	240	240
Мутномір	THERMO FISHER SCIENTIFI C	шт	1	2450	2450
Іономір	HORIBA LAQUAtwin WQ-330	шт	1	4100	4100
Картридж для лазерного принтера	Canon	шт	1	673	673
Всього:			6	8065	8465

Витрати на оплату праці розраховуються шляхом перемноження трудомісткості створення проекту на середню годинну ставку оплати праці і розраховуються за формулою (5.1), грн.:

$$Z_{СПП}^{ЗП} = t \cdot T_{ЗПГОД} \quad , \quad (5.1)$$

де  $t$  - трудомісткість створення проекту, год.;

$T_{ЗПГОД}$  - середня оплата за годину роботи, грн./год.;

$$Z_{СПП}^{ЗП} = 32 \cdot 48 = 1536 \text{ грн}$$

Витрати на вивчення опису завдання враховуючи уточнення його опису та кваліфікації обчислюється за формулою (5.2), год.:

$$t_H = Q \cdot B / (7,5 \cdot K), \quad (5.2)$$

де  $t_H$  - витрати на вивчення опису завдання, год.;

$Q$  - число досліджень, штук

$B$  - коефіцієнт збільшення витрат праці внаслідок некоректного опису завдання, уточнень і недопрацювань, год. ( $1 < B < 5$ )

$K$  - коефіцієнт кваліфікації працівника 1,2

$$t_H = 6 \cdot 3,25 / (7,5 \cdot 1,2) = 22 \text{ год}$$

Витрати праці на розробку документації обчислюються за формулою (5.3), год.:

$$t_d = 0,75 \cdot Q / (2 \cdot K), \quad (5.3)$$

де  $t_d$  – витрати праці на підготовку документів, год.;

$Q$  – дослідження, штук;

$K$  – коефіцієнт кваліфікації дослідника.

$$t_d = 0,75 * 6 / (2 * 1,2) = 1,87 \text{ год.}$$

Витрати на оплату праці спеціаліста включають заробітну платню та відрахування на соціальні потреби.

Зарплата за годину роботи спеціаліста розраховується за формулою (5.4), грн./год.:

$$T_{зпгод} = T_{сгод} - \left( T_{сгод} \times \frac{\text{Відрприб} + \text{Відрв. збір}}{100} \right), \quad (5.4)$$

де  $T_{зпгод}$  – зарплата спеціаліста за годину роботи, грн.;

$T_{сгод}$  – ставка заробітної плати за годину роботи, грн.

Відрприб - податок з доходів фізичних осіб (18% - 2024 рік);

Відрв.збір – відсоток відрахувань на воєнний збір (1,5% - 2024 рік);

Тобто,  $T_{зпгод} = T_{сгод} - (T_{сгод} * 0,195)$

$$T_{зпгод} = 8100 - (8100 * 0,195) = 6520,50 \text{ грн.}$$

Повні витрати на проєкт визначаємо за формулою (5.5), грн.:

$$ЗПК = ЗЗП + ЗАМ + ЗЕЛ + ЗПР, \quad (5.5)$$

де ЗЗП - витрати на заробітну плату, грн.;

ЗАМ - пом'якшувальні відрахування, грн.;

ЗЕЛ - витрати на електроенергію, грн.;

ЗПР - інші витрати, грн.

$$ЗПК = 1536 + 3200 + 17,28 + 1200 = 5953,28 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування обчислюються за формулою (5.6), грн.:

$$\text{ЗАМ} = \text{СБАЛ} * \text{НАМ} , \quad (5.6)$$

де СБАЛ - балансова вартість ПК, грн.;

НАМ - норма амортизації, %

$$\text{ЗАМ} = 16000 * 0,2 = 3200$$

Балансова вартість ПК підраховується за формулою (5.7), грн.:

$$\text{СБАЛ} = \text{СРИН} + \text{ЗУСТ} , \quad (5.7)$$

де СРИН - ринкова вартість ПК, грн.

ЗУСТ - витрати на доставку й встановлення ПК, грн.

Витрати на доставку і встановлення комп'ютера складають приблизно 10 % від ринкової вартості ПК.

$$\text{СБАЛ} = 21000 + 2100 = 23100 \text{ грн.}$$

Вартість електроенергії, споживаної за час роботи, визначається за формулою (5.8), грн.:

$$\text{ЗЕЛ} = \text{РПК} * \text{ТПК} * \text{СЕЛ} , \quad (5.8)$$

де РПК - потужність ПК, кВт (кВт = Вт/1000);

ТПК - час роботи ПК, год.;

СЕЛ - вартість 1 кВт х кількість годин споживання електроенергії, грн.  
(0,90 грн. до 100 кВт, та 1,68 до 100 кВт);

Затрати на поточний і профілактичний ремонт та інші витрати разом складають 10 % від балансової вартості ПК.

$$\text{ЗЕЛ} = 0,6 * 32 * 0,9 = 17,28 \text{ грн}$$

Загальні витрати на освітлення, опалення, комунальні послуги приймаються як третина заробітної платні розробника ПЗ.

Витрати на освітлення, опалення, комунальні послуги визначаються за формулою (5.9), грн.:

$$\text{ЗЗАГ} = \frac{\text{З}_{\text{СПП}}^{\text{ЗП}}}{3}, \quad (5.9)$$

де  $\text{З}_{\text{СПП}}^{\text{ЗП}}$  - витрати на оплату праці спеціаліста, грн.

$$\text{ЗЗАГ} = 1536 / 3 = 512 \text{ грн}$$

Отже, враховуючи, що середні витрати на проект становлять 5953 гривні 28 копійок за одиницю, ми можемо оцінити цей показник як прийнятні витрати для реалізації проекту. У 2024 році така вартість проектування дослідження вважається рентабельною і доцільною для впровадження.

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Взяття проб води на відкритих водоймах річок вимагає дотримання правил охорони праці для забезпечення безпеки працівників. Основні аспекти охорони праці включають підготовку, використання відповідного обладнання та засобів індивідуального захисту, а також дотримання процедур та правил безпеки. Працівники повинні пройти інструктаж з техніки безпеки та навчання з використання обладнання для взяття проб води. Перед початком роботи необхідно провести огляд місця, визначити потенційні небезпеки, такі як сильна течія, слизькі береги, наявність обривів тощо. Роботи не повинні проводитися під час несприятливих метеорологічних умов, таких як сильний дощ, шторм або гроза.

Для забезпечення безпеки працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту, зокрема рятувальний жилет, спеціальний водонепроникний одяг та взуття з неслизькою підошвою, водонепроникні рукавички для захисту рук від води та забруднень, а також каску у разі проведення робіт поблизу обривів або на будівельних майданчиках. Усі човни та плавзасоби повинні бути у справному стані, обладнані рятувальними засобами та проходити регулярні перевірки. Пробовідбірники повинні бути чистими, справними та відповідати стандартам. Для безпечного підходу до важкодоступних місць необхідно використовувати мотузки та лебідки, перевіряючи їх стан перед використанням.

Взяття проб води повинно виконуватися як мінімум двома працівниками для забезпечення взаємної допомоги в разі необхідності. Необхідний постійний зв'язок між членами команди та, за можливості, з береговою базою. Важливо мати план дій у разі надзвичайної ситуації, включаючи маршрути евакуації та місця безпеки. Регулярне медичне обстеження працівників, які займаються взяттям проб води, є обов'язковим. Потрібно вести журнал обліку робіт, включаючи дату, час, місце взяття проб і відповідальних осіб. Дотримання цих

рекомендацій допоможе забезпечити безпеку працівників під час взяття проб води на відкритих водоймах річок [24].

Гарантією безпечної роботи дослідника є відповідність нормам санітарно-гігієнічного режиму у лабораторії. В робочій зоні мають бути дотримані певні параметри вологості, температури, швидкості повітряного потоку і освітлення, відповідно до вимог ДНАОП 0.03-3.15-86. Вкрай важливо уникати застою повітря в приміщенні. Повітря робочої зони має відповідати стандартам ДСТУ 12.1.005-88. Потрібно слідкувати над тим щоб відбувався постійний його рух, відкриваючи вікна, а у випадку використання отруйних чи неприємно пахучих речовин – використовувати проточну витяжну вентиляцію, яка має відповідати СніП 2.04.05-91. та ДНАОП 0.03-3.15-86. Освітлення робочого місця також має велике значення. Освітлення влаштовано і природним світлом і за допомогою ламп. Природне та штучне освітлення лабораторії має бути відповідним вимогам СніП 11-4-79.

В роботі з хімічними реактивами використання спецодягу є обов'язковим (халат з бавовняної тканини) відповідно до ст. 163 Кодексу законів про працю України [80] і ДНАОП 0.00-4.26-96. У тканині не повинно бути синтетичних волокон, оскільки в разі займання плавлені частинки халата важко відділити з одягу.

Під час проведення експериментів у лабораторії використовується хімічний посуд спеціального і загального призначення, а також мірний. Часто використовуються пробірки. Не допускається наповнення пробірки до країв, щоб уникнути розливу рідини на шкіру експериментатора. Категорично забороняється закриття пробірки пальцем і струшування її в такому стані, оскільки це може пошкодити шкіру пальця чи спричинити опік. Під час нагрівання кінець пробірки має бути спрямований убік від працюючого та інших людей, щоб уникнути потрапляння випадково виплеснутої рідини на шкіру чи в очі. Під час миття посуду потрібно слідкувати, щоб йорш не вдарявся об стінки і дно посуду, бо це може вибити дно або проломити стінку,

що може спричинити поранення об скло. В раковину заборонено вилити та викидати концентровані розчини лугів та кислот, сильно пахучі та отруйні речовини. Виливання таких речовин може призвести до їх випаровування і отруєння повітря лабораторії. Сильно концентровані кислоти і луги необхідно попередньо сильно розбавити чи нейтралізувати, задля уникнення руйнування каналізації (відповідно до ДСТ 12.1.007-76) [25].



## ВИСНОВКИ

1. Відмічено перевищення вмісту кадмію більше ніж у 2 рази у р. Інгулець біля м. Кривий Ріг (пункт 2).
2. Вміст міді у пробах води з Дніпровського водосховища та з р. Інгулець значно перевищував гранично допустимі концентрації (відповідно у 2,6 та 3,8 рази).
3. Концентрації цинку в зразках поверхневих вод Дніпровського річкового басейну склали 4 ГДК у р. Інгулець, 1,8 ГДК у р. Самоткань, 2,4 ГДК у р. Самара.
4. Найгірша ситуація, з точки зору забруднення поверхневих вод важкими металами, спостерігається в річці Інгулець, через активну діяльність підприємств металургійної і гірничої промисловості; стан поверхневих вод у районі м. Кривий Ріг є критичним і вимагає негайних заходів для покращення.
5. У Дніпровському водосховищі вміст карбендазиму в воді складав 4,2 ГДК, азоксистробіну і тербутилазину – по 3,3 ГДК; у воді р. Інгулець вміст пестицидів карбендазиму і тербутилазину перевищував ГДК у 3,3 рази.
6. Перевищення у поверхневих водах вмісту пестицидів карбендазиму, азоксистробіну та тербутилазину може завдати серйозної шкоди екосистемам, здоров'ю людей і сільськогосподарському виробництву.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2022 р. Дніпро: 2023р. С. 19–44.
2. «Дніпро – головна водна артерія України». [Режим доступу] URL: [https://uhe.gov.ua/media\\_tsentri/novyny/dnipro-golovna-vodna-arteriya-ukraini](https://uhe.gov.ua/media_tsentri/novyny/dnipro-golovna-vodna-arteriya-ukraini) (дата звернення 26.04.24 р.)
3. «Навіщо потрібні водосховища?» [Режим доступу] URL: [https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/navischo-potribni-vodoshovicha-345904\\_.html](https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/navischo-potribni-vodoshovicha-345904_.html) (дата звернення 26.04.24 р.)
4. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища в Дніпропетровській області за 2022 рік. Дніпро 2023 р. С. 3.
5. Стратегія розвитку Дніпропетровської області на період до 2020 р. Дніпро: 2014. С. 14–15.
6. Київський рибоохоронний патруль. [Режим доступу] URL: [https://kv.darg.gov.ua/\\_minimaljni\\_rozmiri\\_rib\\_v\\_sm\\_i\\_0\\_0\\_0\\_1227\\_1.html](https://kv.darg.gov.ua/_minimaljni_rozmiri_rib_v_sm_i_0_0_0_1227_1.html) (дата звернення 27.04.24 р.)
7. Дніпро – жива вода. [Режим доступу] [https://dnipro-live.narod.ru/index\\_ua.htm](https://dnipro-live.narod.ru/index_ua.htm) (дата звернення 27.04.24 р.)
8. «Якими будуть наслідки підриву Каховської ГЕС для рибного господарства Дніпропетровщини?» [Режим доступу] URL: <https://krlife.com.ua/news/yakumu-budut-naslidky-pidryvu-kahovskoyi-ges-dlya-rybnogo-gospodarstva-dnipropetrovshhynu/> (дата звернення 28.04.24 р.)
9. «Географія Дніпропетровщини». [Режим доступу] URL: <http://surl.li/ulvjw> (Дата звернення 28.04.24 р.)
10. «Фізична карта Дніпропетровщини». [Режим доступу] URL: <https://www.libr.dp.ua/region-map2.html> (дата звернення 06.05.24 р.)

11. «Дніпровське водосховище». [Режим доступу] URL: <http://surl.li/buzas> (дата звернення 06.05.24 р.)
12. «Дніпровське водосховище». [Режим доступу] URL: <http://surl.li/ulv1m> (дата звернення 06.05.24 р.)
13. Природа Херсонської області: фізико-географічний нарис / за ред. М. Ф. Бойко. Фітосоціоцентр, 1998. 120 с
14. Лобода Н. С., Шахман І. О. Методика розрахунку річного стоку річок Нижнього Подніпров'я в умовах недостатності даних спостережень // Вісник Одеського державного екологічного університету. 2006. Вип. 2. С. 200–207.
15. Гідроекосистема Криворізького басейну – стан і напрямки поліпшення / І. Д. Багрій, П. Ф. Гожиєв, Є. В. Самоткал та ін. Київ: Фенікс, 2005. 213 с.
16. Malchykova D. S., Ponomareva A. A., Molikeyvych R. S. Environmental protection and spatial planning of econet strategies in regions with high level of anthropogenic transformation of geosystems. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Географічні науки. Херсон, 2015. № 2. С. 92–107.
17. «Самоткань (річка)». [Режим доступу] URL: <http://surl.li/ulvmg> (дата звернення 09.06.24 р.)
18. «Самара (притока Дніпра)». [Режим доступу] URL: <http://surl.li/ulvny>
19. «Наскільки безпечна вода у Дніпрі: результати масштабного скринінгу якості вод Дніпра». [Режим доступу] URL: <https://davr.gov.ua/news/naskilki-bezpechna-voda-u-dnipri-rezultati-masshtabnogo-skriningu-yakosti-vod-dnipra> (дата звернення 19.05.24 р.)
20. «Inductively coupled plasma mass spectrometry». [Режим доступу] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Inductively\\_coupled\\_plasma\\_mass\\_spectrometry](https://en.wikipedia.org/wiki/Inductively_coupled_plasma_mass_spectrometry) (дата звернення 20.05.24 р.)
21. «Газова хроматографія». [Режим доступу] URL: <http://surl.li/ulvpa> (Дата звернення 20.05.24 р.)

22. «Верхня межа кількісного визначення». [Режим доступу] URL: <https://ips.ligazakon.net/document/TM070111> (дата звернення 21.05.24 р.)

23. «Environmental Quality Standards». [Режим доступу] URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/environmental-quality-standard> (Дата звернення 22.05.24 р.)

24. Закон України: Про затвердження Правил охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях від 25 вересня 2012 р. за № 1648/21960 С. 5–7.

25. Дніпропетровська ОВА. [Режим доступу] URL: <https://adm.dp.gov.ua/news/na-dnipropetrovshchini-skasovali-zaboronu-na-vilov-ribi> (дата звернення 30.04.24 р.)