

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка

Природничо-географічний факультет

Кафедра хімії та методики навчання хімії

**Яцина Анастасія Олександрівна**

## **ЕКОЛОГО-ХІМІЧНИЙ МОНІТОРИНГ РІЧКИ ВОРСКЛА**

Спеціальність 014 Середня освіта (Хімія)

Галузь знань 01. Освіта/Педагогіка

Кваліфікаційний робота

на здобуття освітнього ступеню магістра

Науковий керівник:

\_\_\_\_\_ Г.Я. Касьяненко,  
кандидат хімічних наук, доцент  
кафедри хімії та МНХ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Виконавець:

\_\_\_\_\_ А.О.Яцина

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Суми 2020

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....</b>	<b>4</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....</b>	<b>7</b>
1.1. Загальна характеристика гідроресурсів .....	7
1.2. Загальні характеристики оцінки якості води .....	9
1.3. Пам'ятки природи у долині р. Воскли .....	11
<b>РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>13</b>
2.1 Правила техніки безпеки .....	13
2.2. Види, відбір та підготовка до аналізу проб води.....	15
2.3. Визначення загальної лужності та води методом титриметрії .....	18
2.4. Визначення загальної твердості води комплексонометричним методом .....	19
2.5. Визначення загальної кислотності досліджуваної води .....	20
2.6. Визначення хімічного споживання кисню методом Кубеля .....	21
2.7. Визначення нітрит-йонів методом колориметрії.....	22
2.8. Фотометричне визначення ортофосфатів.....	23
2.9. Кількісне визначення сульфат-іонів турбідиметричним методом .....	24
2.10. Потенціометричне визначення головних природних йонів ( $\text{Cl}^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^+$ ) .....	25
<b>РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ .....</b>	<b>27</b>
3.1. Фізико-географічна характеристика р. Ворскла .....	27
3.2. Обробка результатів.....	28
3.3. Хімічний склад поверхневих вод р. Ворскла .....	32

3.4. Оцінка екологічного стану басейну р. Ворскла на території Сумської області .....	39
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>41</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>42</b>

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

БСК – біологічне споживання кисню

ВКУ – Водний кодекс України

ГДК – гранично допустима концентрація

НПП – національний природний парк

ХСК – хімічне споживання кисню

## ВСТУП

Одного разу Томас Фуллер, відомий історик, письменник та лікар, сказав одну просту, але розумну думку: «Воду ми починаємо цінувати не раніше, ніж засохне криниця.» В цих словах всі ми. Лише за декілька десятиліть стан річок зміг набути критичних показників. Особливе занепокоєння викликає забруднення великих річок. В умовах Гетьманського національного парку воду забруднюють лише в прилеглих містах та селах.

Великих виробництв немає поруч, що значно пом'якшує ситуацію. Але поблизу є нафтові насоси та стоянки для машин «Охтирка Нафтогаз» ПАТ «Укрнафта». Спорядження даних підприємств дає велику кількість відпрацьованої води, в якій міститься органічні розчинники, бензин, сліди мастил та гасу. Так, як поблизу сільських місцевостей розміщуються фермерські поля – то забруднення мінеральними добривами та пестицидами відбувається також. У цей час антропогенний вплив на природні води відбувається повсюдно, вносячи певні зміни до складу поверхневих вод.

Для річок характерним є розвиток водоростей, так зване «цвітіння води», що досить часто спричиняє «задуху води». До числа найсерйозніших проблем якості природних вод відносяться високий рівень біологічного споживання кисню, значні кількості нітратів, у всіх регіонах спостерігається забруднення вод металами. Якщо взяти це все разом, то всі чинники негативно впливають на екосистему, як водну, так і загалом на навколишнє середовище.

**Актуальність дослідження:** Проведення досліджень з даної теми, дозволять зробити об'єктивну оцінку екологічного стану та хімічного складу поверхневих вод. Також, визначити характер та рівень забруднення водних об'єктів, що знаходяться в межах Гетьманського національного природного парку.

**Мета дипломної роботи:** аналіз якості поверхневих вод р. Ворскла.

**Завдання:**

1. Проаналізувати літературні джерела з теми.
2. Визначити за обраними методиками гідрохімічні показники якості води.
3. Порівняти результати зміни концентрації хімічних речовин в різні пори року.
4. Провести обробку результатів графічно.

**Об'єкт дослідження:** хіміко-екологічний моніторинг природних водних об'єктів.

**Предмет дослідження:** поверхневі природні води річки Ворскла.

**Методи дослідження:**

1. Визначення загальної лужності та кислотності методом титриметрії.
2. Метод комплексонометрії (дослідження загальної твердості).
3. Метод перманганатометрії (визначення хімічного споживання кисню, далі ХСК).
4. Колориметричне визначення нітрит-йонів.
5. Фотоколориметрія ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).
6. Турбідиметрія (йон  $\text{SO}_4^{2-}$ ).
7. Йон-селективна потенціометрія ( $\text{pH}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ).

**Практичне значення дослідження:** можливість спрогнозувати екологічні зміни в майбутньому та застосувати їх для впровадження додаткових природоохоронних заходів, поновлення значення норм антропогенного навантаження на річку.

**Апробація результатів:** Результати опубліковані у збірнику наукових праць «Природничі науки». А також представлені на I Всеукраїнську заочну наукову конференцію «Освітні та наукові виміри природничих наук».

## РОЗДІЛ 1

### ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

#### **1.1. Загальна характеристика гідроресурсів**

Вода – неоціненний природний скарб. Загалом на українських землях нараховується близько 71 тисячі річок загальною довжиною 248 тис. км. Не дивлячись на це, Україна, разом з Португалією та Грецією, належать до тих європейських країн, що мають найменші запаси питної води на одиницю населення.

Після ряду досліджень якості води вченими в середніх та малих річках України виявилося, що по всій території зовсім немає малих річок, в яких би текла хоча б просто чиста вода, а середні річки лише в 30% можуть бути названі дуже чистими. Кількість брудних річок досягає близько 38% від загальної кількості [4, 15].

Тож проведення постійного контролю стану природного середовища є важливою ланкою на шляху розв’язання багатьох екологічних проблем. Для оцінки якості води, проби підлягають фізико-хімічному аналізу. Визначення хімічних показників дає відповіді на питання про придатність води для технічних чи побутових потреб. Якщо ж, порівняти результати хімічного аналізу природних вод з вимогами, які пред’являються до чистої води, можна вирішити яким процесам очищення вона підлягає для покращення якості [24].

Вимоги до якості води в різних галузях народного господарства різні та визначаються нормативними документами. Найякіснішою має бути питна вода. Норми нашої держави, як і інших найсуворіше регламентують наявність токсинів. Обмежується також вміст речовин, що можуть додавати кольору, смаку чи запаху. Для промислового виробництва вимоги висуваються в залежності від того чи входять вони до складу продукції. Якщо це так, наприклад, харчова промисловість чи деякі хімічні виробництва – вода має бути не нижчої якості ніж питна, а в деяких випадках і перевищувати її. В

енергетиці (машинобудівне виробництво) враховують здатність до утворення накипу[30].

Вода з найнижчим рівнем чистоти використовується також, наприклад для зрошувальних систем. І якщо природна вода з річок, озер та підземних вод відповідає дійсним стандартам, то вона постійно забруднюється – у водоймища викидається значна кількість забруднювачів, внаслідок використання великих об'ємів природних вод як пароутворювачів, розчинників, теплоносіїв і охолоджувачів та промислового забору [16, 30].

Джерела забруднень загалом різні, але загальними є такі, як недостатнє очищення стічних вод промисловими підприємствами, великими тваринницькими комплексами, змиття талими та дощовими водами речовин що забруднюють з полів та територій заселеними людьми. Негативну роль також відіграє забруднення, що проходить внаслідок занесення з опадами шкідливих речовин з атмосфери.

Промислові стічні води утворюються на різних стадіях технологічних і теплообмінних процесів, тому кількість і склад їх визначається умовами виробництва. Якщо оцінювати шкоду, то слід не лише від витрати води, а й забруднення та токсичність стічних вод [45].

За обсягами водокористування у басейні річки Ворскла вагоме місце займає промисловість, яка споживає 45% води від загального водоспоживання.

Існує Водний кодекс України, згідно з яким забороняється скидання у водні об'єкти виробничих, побутових, радіоактивних та інших відходів.

Усі води підлягають охороні від забруднень, вичерпання та інших дій, що можуть погіршити умови водопостачання, завдати шкоди здоров'ю людей, зменшенню рибних запасів, заважатиме існуванню деяких тварин та зміні фізико-хімічних властивостей води [29].

Вся територія Сумської області розташована в межах басейну Дніпра, а саме з його приток і їх річкових систем – Сули, Десни, Ворскли та Псла. Загальна довжина цих річок 838 км.



Ворскла протікає по території Белгородської області Росії, Сумської та Полтавської області України. Річка довжиною 455 км та площею 14,7 тис. км<sup>2</sup> впадає до Кам'янського водосховища. Основними притоками являються: праві – Ворсклиця, Боромля; ліві – Мерло, Коломак.

Характеристика довжини та площі трансграничної річки представлена у таблиці 1.1 [9].

Таблиця 1.1

**Характеристика довжини та площі трансграничної річки Ворскла**

Назва річки	Довжина, км		Довжина, %	Площа, тис. км <sup>2</sup>		Площа, %
	Загальна	на території України		загальна	на території України	
Ворскла	455	317	69,7	14,7	12,59	85,6

За попередніми даними отриманими В.В. Пилип'юком відомо, що екологічний стан річки Ворскла за якісною характеристикою використання водних ресурсів змінюється в кращу сторону при переході через кордон Росії з Україною від «задовільного» до «доброго» [9].

## **1.2. Загальні характеристики оцінки якості води**

Як і у всі часи, так і зараз людство має берегти воду. Раніше, навіть маючи гарні результати перевірки якості води, її намагалися зберегти в тому ж стані. Оскільки найбільшим її джерелом завжди були річки, то їх також намагались доглядати.

Та з часом люди почали відчувати себе більш нахабно та думати що раз є вода з каналізації, то про першоджерела можуть забути. Навантаження на водні екосистеми та особливо річки, в басейнах яких переважно живе населення, зросло з розвитком господарства [43].

На сьогодні в Україні зустрічаються ще збережені річки з чистою водою та річки з брудною, непрозорою, а інколи, вода в річках має відтінки різних кольорів, з густою олієподібною масою, яку важко назвати водою. Тому і є класифікація річок, які поділяють на чисті та забруднені. Для того щоб якість

кількісно чи якісно схарактеризувати та порівняти воду в річках і не тільки, ввели поняття «якість води». Цей термін являє собою різно факторну кількісну і якісну оцінку її хімічного складу та фізико-хімічних і біологічних властивостей, які визначають чи придатна вода для застосування в певних цілях [3].

Зрозуміло що якість води відповідає певним нормам, якомусь споживчому стандарту – питної води, для риборозведення, поливу сільськогосподарських угідь, а також для промислових цілей та іншого.

Якість води у річках формується сукупністю особливостей регіону де вона розміщується та рівня антропогенного впливу на водозбір, а саме: гідрохімічні, бактеріологічні, гідрологічних процесів, фізико-географічні та гідрометеорологічні [41].

Інші властивості природної води визначає водневий показник рН та окисно-відновний потенціал – Eh. До стандартних показників, що найбільш часто застосовуються при перевірці якості поверхневих вод, належать кисневий показник – визначає вміст розчиненого у воді кисню та його біологічне споживання (БСК); вміст токсинів, зокрема вміст амонійного, нітратного, нітритного азоту, важких металів, пестицидів, вміст продуктів нафти, фенолів тощо.

Якість природних вод є результатом декількох складних процесів обміну речовинами на рівні біологічної складової водних екосистем з одного боку і алохтонними потоками з площі водозбору. Тому якість води є результатом комплексу природних процесів, а також результатом впливу на них сукупності антропогенних факторів [39].

Відповідно багаторічним визначенням значень індексів показників сольового складу води, якість вод басейну Ворскли за період досліджень (1989-2009 рр.) характеризується, 3-ою категорією II класу якості вод.

За сумою іонів природні води басейну річки Ворскли є прісними, як правило олігогалинними. Зберігаються весь час група Са та клас С у контрольних пунктах спостережень.

Вміст хлоридних іонів коливається в широких значеннях: в районі р. Ворскла с. Чернеччина до 346 мг/дм<sup>3</sup>, а в межах р. Мерла м. Богодухів, 1 км нижче міста до 64 мг/дм<sup>3</sup>.

Якщо ж оцінювати якість вод за блоком санітарно-екологічних показників, що виконуються за гідрофізичними показниками, а саме зависі та прозорість; гідрохімічними показниками: рН, амонійний азот, нітритний азот, нітратний азот, розчинений кисень, фосфати та БСК [24].

Також, важливим аспектом є гідробіологічний показник якості вод. Найпростіші рослини – фітопланктон, що плаває в товщі води. Сюди входять і одноклітинні мікроскопічні водорості, які є головними продуцентами у водоймі. За даними показниками ми можемо оцінювати якість води та рівень її евтрофікації. Якщо такий вид роду, як *Anabaena* (Cyanophyta), буде масово розмножуватись, мова зайде про «цвітіння води». Це у свій час викликає загибель риби. За індексом сапробності, що має значення 1,84 – визначаємо рівень насичення органічними речовинами як помірний.

Інструментально-аналітичний контроль за якістю поверхневих вод на території Сумської області проводять Державна екологічна інспекція в Сумській області та Сумська обласна СЕС (води відкритих водойм до початку і в період купального сезону в місцях організованого водокористування (пляжах) [9].

### **1.3. Пам'ятки природи у долині р. Ворскли**

У долині Ворскли розташовані пам'ятки природи: Ковпаківський лісопарк, Парасоцьке урочище, Лучківський заказник й інші. Разом з тим на території розташовується Гетьманський національний природний парк.

Парк було створено для збереження, відтворення, а також раціонального використання унікальних природних комплексів, зокрема заплави річки Ворскли. В межах парку, вздовж заплави Ворскли, зараз розташовані такі населені пункти: м Охтирка, смт Велика Писарівка, села Добрянське, Кириківка, Горобина, Чернеччина та ін., з територіями яких безпосередньо межують землі Гетьманського НПП. У цьому районі видобувається нафта,

розташовані військові об'єкти. Автомагістраль Суми-Харків, також, перетинає територію парку, як і гілки Південної залізниці з інтенсивним рухом поїздів. Все це надає на природні екосистеми відчутний антропогенний вплив.

Долинно-річкові ландшафти Ворскли є головними рекреаційними територіями парку. Річка – головна водна артерія парку і головний водно-рекреаційний об'єкт. Оцінюючи стан використання рекреаційних ресурсів Гетьманського НПП, слід зазначити, що стаціонарні об'єкти рекреації не увійшли до складу його території, але безпосередньо межують з нею. Отже, відпочивальники використовують територію парку для прогулянок, купання, занять спортом і туризму.

Карта Гетьманського національного природного парку представлена у рисунку 1.1. [44].

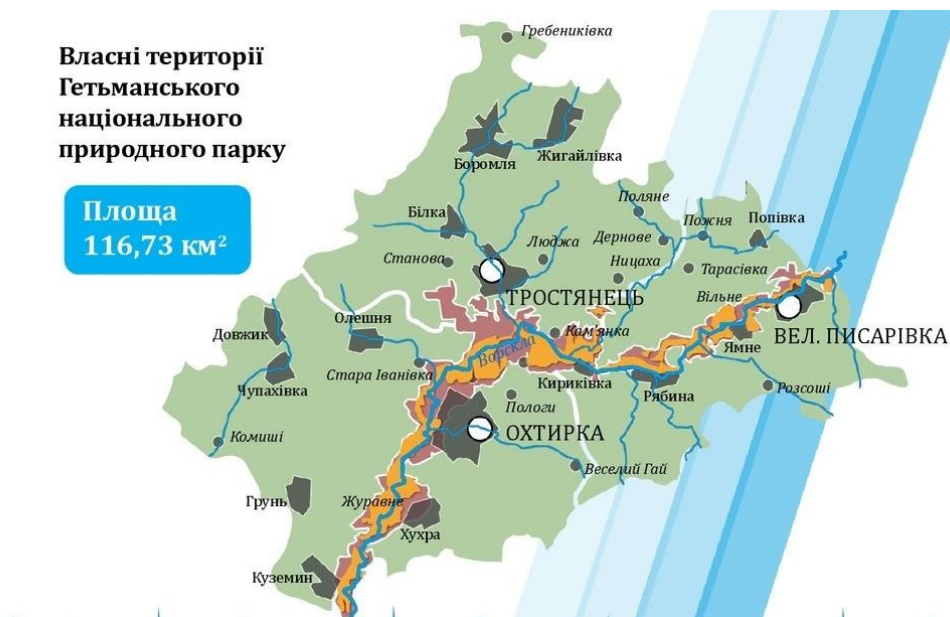


Рис. 1.1. Карта Гетьманського НПП.

## РОЗДІЛ 2

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 2.1 Правила техніки безпеки

Під час виконання експерименту здійснюється безпосередньо робота з хімічними реактивами, посудом зі скла, електричними приладами, саме тому є можливість завдати собі шкоди: ушкодження шкіри та слизової оболонки очей при роботі зі скляним посудом, концентрованими кислотами та отруйними хімічними речовинами, отруєння токсичними розчинниками та реагентами, парами розчинників, можливість виникнення пожеж при роботі з вибухонебезпечними продуктами, а також враження струмом електричним обладнанням.

Під час виконання експериментів у лабораторії необхідно суворо дотримуватись таких загальних правил техніки безпеки:

Загальні правила:

1. Працювати поодиноці в лабораторії категорично забороняється, тому що у при нещасному випадку ніхто не зможе надати допомогу потерплому і ліквідувати наслідки аварії.
2. В лабораторії завжди необхідно зберігати чистоту, тишу, порядок і слідувати правилам техніки безпеки.
3. Всі хто працює в лабораторії повинні знати де знаходяться засоби протипожежної безпеки та аптечка для надання першої медичної допомоги.
4. Категорично забороняється в лабораторії палити, вживати їжу, пити воду.
5. Не можна приступати до роботи, без цілковитих знань методики та покрокових дій дослідження.
6. Досліди проводяться лише в чистому посуді. Одразу по закінченню експерименту його потрібно вимити.

7. В процесі роботи слідити за тим, щоб речовини не попали на шкіру обличчя і рук, оскільки більшість хімічних речовин (галогенопохідні, феноли і інші.) викликають подразнення епітелію та слизових оболонок.

8. Не можна куштувати жодну речовину, аромат вдихати лише обережно направляючи на себе пари чи газу рухом руки, а не нахилятися і вдихати повністю на всі легені.

9. На всіх банках, склянках і іншій посуді, де зберігаються реактиви, повинні бути етикетки з вказаними назвами речовин.

10. Великі склянки з речовинами або розчинами необхідно брати одною рукою за горло, а другою підтримувати за дно знизу.

11. Категорично забороняється затягувати ротом в піпетки речовини і їх розчини.

12. Під час нагрівання рідин або твердих речовин в пробірках і колбах не можна направляти їх отвором на себе і сусідів. Не можна також заглядати зверху у відкриті нагріваючі посудини, щоб уникнути можливого поранення при викиданні горючої маси.

13. Після закінчення роботи необхідно виключити газ, воду, електроенергію.

14. Категорично забороняється виливати в раковину концентровані розчини кислот і лугів, а також різні органічні розчинники, сильно пахучі і вогнебезпечні речовини. Всі ці відходи потрібно зливати у спеціальну посудину.

15. В кожній лабораторії обов'язково повинні бути захисні маски, окуляри, протигази, респіратори.

16. В кожному приміщенні необхідно мати протипожежні засоби: перманганат калію, борна кислота, вата, пластр, піну чи мазі від опіків.

17. У випадку припинення роботи вентиляції всі роботи, пов'язані з виділенням шкідливих речовин, газів і парів, негайно припинити.

18. Виходячи з лабораторії, не залишати ввімкнених нагрівних приладів, пальників, що горять, відчинених газових кранів.

19. Слід стерегтися потрапляння токсичних рідин на одяг. У випадку пролиття отруйних рідин на одяг, його треба негайно зняти, прополоскати або випрати. Якщо рідина потрапила на тіло, то ці місця необхідно ретельно промити.

20. Під час роботи в лабораторіях необхідно пам'ятати про можливість утворення вибухонебезпечних сумішей парів, газів і пилу з повітрям.

21. Перед запуском до роботи того чи іншого лабораторного обладнання ретельно перевірити його технічний стан і лише після усунення всіх дефектів, вмикати прилад. Усі електронагрівальні прилади обов'язково установлювати на листовому азбесті товщиною 8-10 мм.

## **2.2. Види, відбір та підготовка до аналізу проб води**

Відбір води — важлива стадія аналізу, від якої залежить правильність аналітичної оцінки забруднень води, причому одержувані результати лягають в основу практичних висновків. Відбір проб води повинні забезпечити повноцінне збереження початкового складу й унеможливити забруднення. Надалі виправити неправильний відбір неможливо, тому виникають похибки.

Умовно воду, яку аналізують, можна розділити на наступні типи: підземні (ключові та колодязні), поверхневі (ручні, озерні, болотні, морські), стічні (побутові, атмосферні, промислові). Кожен тип має різну кількість та природу домішок, а також використовуються по-різному. Умови їх відбору відрізняються і регламентуються відповідними державними та міжнародними стандартами [29, 31, 39,42].

Головні принципи яких треба притримуватись при відборі води різних типів:

- 1) проба води, взята для аналізу, повинна відображати умови і місце її відбору;
- 2) відбір проб, зберігання, транспортування та робота з нею повинні проводитися так, щоб не відбулося змін у змісті визначуваних компонентів або у властивостях води;

3) обсяг проби повинен бути достатнім і повинен відповідати застосованій методики аналізу (Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

## Етапи аналітичного аналізу

Перший етап	Другий етап	Третій етап	Четвертий етап
Пробовідбір	Пробопібготовка	Хімічний аналіз	Опрацювання інформації

Міжнародною організацією по стандартизації (ISO — International Standard Organization) встановлені види відбору проб води [34].

Одноразовий відбір. При разовому відборі пробу беруть один раз вручну або автоматично в певному місці (з поверхні води, на певних глибинах або з дна). Кожна проба характеризує якість води лише у певний час і в даному місці. Разові проби необхідні для дослідження можливого забруднення і визначення ступеня забруднення. Одноразові проби можуть бути використані для оцінювання вод за певними показниками, наприклад: за концентрації розчинених газів, за змістом залишкового хлору або розчинних сульфідів.

Але найчастіше, через варіації складу води одноразовим взяттям проби води не обійтися. У таких випадках застосовують періодичний відбір проб. Періодичні проби беруть або через певні проміжки часу, або на певних ділянках течії річки, або ж з різних глибин водосховища, озера, ставка та інші (так званий, зональний відбір). Зазвичай відбирають ряд проб для визначення сезонних або денних змін якості води, тобто з інтервалами часу в місяці, добу або години. При регулярному відборі проб, що здійснюється за певних швидкостях течії, проби містять всі компоненти, присутні в період відбору, але не дають інформації про варіації концентрацій певних речовин в період відбору проб.



Регулярні проби, взяті при змінних швидкостях течії, що характеризують основний набір показників якості води. Місце для відбору проб води вибирають відповідно до цілей аналізу і на підставі дослідження місцевості з урахуванням всіх обставин, які можуть вплинути на склад взятої проби. Об'єм проби, що потрібен для аналізу, залежить від числа компонентів, що визначатимуть. Для неповного аналізу, при якому визначають лише деякі складові (або окремі показники: відповідність гігієнічним нормам, деякі контрольні визначення та інше.), достатньо відібрати 1 л води [1].

Необхідно уникати довгого зберігання проб води. За слід законсервувати (Таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

Терміни та способи консервації проб води

<b>Консервування природних та стічних вод Показники якості води</b>	<b>Термін зберігання з консервацією</b>	<b>Термін зберігання без консервації</b>	<b>Спосіб консервування і кількість консерванту на 1 дм<sup>3</sup> води</b>
рН	1-2 доби	При відборі	2-4 см <sup>3</sup> хлороформу
Окиснюваність	1 доба	4 год	50 см <sup>3</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1:3)  (для перманганатної) ) або 10 см <sup>3</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1:3)  (для дихроматної)
Твердість		2 доби	не консервують

Розчинений кисень		3 год	не консервують
Амоніак та амоній- йони	1-2 доби	4 год	1 см <sup>3</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.) або 2-4 см <sup>3</sup> хлороформу
Нітрати(V)	1-2 доби	4 год	те ж
Нітрати(III)	1-2 доби	4 год	2-4 см <sup>3</sup> хлороформу
Сульфати		7 діб	не консервують
Фосфати	1 доба	8 год	2-4 см <sup>3</sup> хлороформу
Хлориди		7 діб	не консервують

У пробі, зазвичай, протікають різні біохімічні процеси, викликані діяльністю мікроорганізмів або планктону. Ці процеси протікають в відібраній пробі інакше, ніж у первісному середовищі, і ведуть до окислення або відновлення деяких компонентів проби: нітрати відновлюються до нітритів або, навпаки, відбувається окислення сульфідів, сульфитів, заліза (II), ціанідів та інших. Змінюються органолептичні властивості води(запах, смак, колір, каламутність).

Визначення ХСК за Кубелем, загальної твердості, концентрації йонів амонію та рН проводилися у перші три дні після відбору проб, а дослідження вмісту сульфатів, нітратів, нітритів, хлоридів, фторидів, ортофосфатів – протягом тижня за належних умов зберігання [23, 38].

### **2.3. Визначення загальної лужності води методом титриметрії**

Лужність води – це її здатність нейтралізувати сильну кислоту. Вона допомагає захистити воду від різких змін рН. Особливе значення має в регіонах. Лужність води може бути гідратна, карбонатна, бікарбонатна, в залежності від наявності в ній певних речовин. Для визначення лужності

нашої проби ми проводили титрування досліджуваної води 0,05 М розчином хлоридної кислоти при наявності індикатору метилоранжу.

*Обладнання та реактиви: конічна колба на 100 мл, досліджувана проба води, розчин метилоранжу, 0,05М розчин хлоридної кислоти, установка для титрування.*

Для аналізу в конічну колбу мірним циліндром відбирали 50 мл дослідженої проби води, додаючи 2 краплі індикатора й титрували на білому фоні розчином заданої кислоти до початку переходу забарвлення з оранжевого в золотисто-рожевий. Зафіксували об'єм витраченої кислоти та повторили 3 рази. Використовували середнє арифметичне з цих трьох значення ( $V_{\text{заг}}$ ).

Загальну лужність розраховували за формулою(2.1)

$$C_{\text{заг}} = \frac{V_{\text{заг}} * C(\text{HCl}) * 1000}{V_{\text{проби}}}, \text{ ммоль/дм}^3,$$

де  $C_{\text{заг}}$  – вміст загальної лужності, ммоль/дм<sup>3</sup>;

$V_{\text{заг}}$  – об'єм хлоридної кислоти, що було витрачено на титрування досліджуваної води, моль/дм<sup>3</sup>;

$C(\text{HCl})$  – концентрація хлоридної кислоти, що є титр антом, моль/дм<sup>3</sup>;

1000 – коефіцієнт перерахунку на ммоль;

$V_{\text{проби}}$  – об'єм досліджуваної проби, що був відтитрований в мл.

#### **2.4. Визначення загальної твердості води комплексонометричним методом**

Твердість води – властивість води, що зумовлена вмістом в ній Кальцію та Магнію. Одиниці твердості в різних країнах та нормах цих країн різні. В Україні одиницею твердості є моль на метр кубічний (ммоль/дм<sup>3</sup>).

Загальна твердість визначається за такою формулою (2.2):

$$T = \frac{V_{\text{тр.Б}} * C_{\text{тр.Б}} * 1000}{V_{\text{досл}}}, \text{ ммоль/дм}^3,$$

де  $C_{\text{Тр.Б}}$  – концентрація Трилону Б, моль/дм<sup>3</sup>;

$V_{\text{Тр.Б}}$  – кількість трилону Б, що було витрачено на титрування, мл

$V_{\text{досл}}$  – об'єм досліджуваної проби, мл.

Класифікація води за твердістю представлена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Класифікація вод за твердістю

Клас води	ммоль/дм <sup>3</sup>
Дуже м'яка	0-1.5
М'яка	1.5-3
Середньої твердості	3-4.5
Достатньої твердості	4.5-6.5
Тверда	6.5-11
Дуже тверда	$\geq 11$

Комплексометричним методом визначається загальна твердість води, що базується на властивості Трилону Б зв'язувати іони кальцію та магнію в комплексні сполуки, оптимальним умовами утворення яких є  $\text{pH}=8-10$  (використовується аміачний буферний розчин).

Для визначення загальної твердості до 100 мл досліджуваної води, в 250мл конічну колбу додають 5 мл аміачного буферу та 1/3 ч.л еріохрому чорного Т, який з йонами кальцію та магнію утворює комплекс червоного кольору. Даний розчин від титрували Трилоном Б з концентрацією 0,05М до переходу забарвлення в синій колір.

## 2.5.Визначення загальної кислотності досліджуваної води

Кислотність води визначається титруванням розчином лугу.

*Прилади та обладнання:* 2 конічні колби, піпетка з дозатором, мірний циліндр, бюретка, стакан.

*Реактиви:* 10% розчин натрій гідроксиду, 0,1% розчин фенолфталеїну, робочий розчин натрій гідроксиду.

Стандартний розчин: В колбу такого ж розміру і зразка як та, в якій будуть вести титрування, вливають 200 мл дистильованої води, влити 0,5 мл

10%-го розчину натрій гідроксиду, збовтують, додають 0,2 мл 0,1% розчину фенолфталеїну. Забарвлення такого розчину відповідає рН = 8,4.

До 100 мл води, що досліджується, в конічну колбу на 250 мл додають 2-3 краплі розчину фенолфталеїну і титрують 0.1 М розчином їдкого натрію до появи рожевого кольору, однакового за інтенсивністю до стандартного розчину. Титрування проводять не один раз. Так як перше титрування має завищенні значення. Кількість розчиненого вуглекислого газу визначають за формулою (2.3.):

$$X = \frac{V_1 * N * E}{V_2}, \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3},$$

де

$V_1$  – об'єм розчину NaOH, який пішов на титрування, мл;

$V_2$  – об'єм досліджуваного розчину, який взятий для титрування, мл;

$N$  – нормальність розчину NaOH, моль/л;

$E$  – мг-ек  $\text{CO}_2$  (22 мг) [39].

## 2.6. Визначення хімічного споживання кисню методом Кубеля

Кількість кисню, який необхідний для окиснення вуглецевмісних речовин називається хімічним споживанням кисню. Вимірюється в  $\text{мгО/дм}^3$ . Дана величина не відкриває інформації про склад окисних речовин, але дає змогу оцінити їх вміст. Хімічне споживання кисню виражається кількістю кисню, витраченого на окиснення забруднювальних хімічних речовин, що містяться в одиниці об'єму води, за певний час ( 5 діб – ХСК 5, 10 діб – ХСК 10 тощо).

Для проведення дослідження використовують перманганатометрію. Для аналізу відбирали 100 мл досліджуваної води, додали 5 мл сульфатної кислоти розбавленої 1:3 та 10 мл калій перманганату 0,01Н. Суміш довели до кипіння за 5 хв та кип'ятили протягом 10 хв у спеціально зібраній системі зі зворотнім холодильником. Одразу, не даючи вихолонутися додали 10 мл щавлевої кислоти 0,01Н та титрували перманганатом калію 0,01Н.

Розрахунки проводили за формулою (2.4):

$$ПО = \frac{V_{KMnO_4} * K * C_H(KMnO_4) * 8 * 1000}{V_{C_2H_2O_4}}$$

де

$V(KMnO_4)$  – об'єм калій перманганату використаний на титрування, мл;

$K$  – поправочний коефіцієнт до нормальності розчину калій перманганату, рівний 1;

$C_H(KMnO_4)$  – концентрація калій перманганату, моль/л;

8 – еквівалент кисню;

1000 – для переведення в мг;

$V(C_2H_2O_4)$  – об'єм щавлевої кислоти, мл.

Даний аналіз важливий, тому що органічні речовини можуть бути токсичними для водоймища [16, 39].

## 2.7. Визначення нітрит-йонів методом колориметрії

Колориметрія – один з фізико-хімічних методів визначення концентрації речовини. Для цього вона повинна мати здатність поглинати УФ промені за певної довжини хвилі, або ж утворювати такі сполуки.

Концентрацію нітрит-йонів визначають за допомогою колориметрії додаючи реактив Грісса. В кислому середовищі в такому випадку між нітрит йонами та первинними ароматичними амінами утворюється зв'язок, про що свідчить зміна забарвлення до інтенсивно рожевого – утворення азобарвника [35]. Для приготування реактиву Грісса з масовою часткою 10%, використовували 10 г сухого реактиву та розчиняли його в 100 г свіжоприготовленої 12% оцтової кислоти.

Готується стандартний розчин калій нітриту для побудови калібрувального графіку. Для цього в 1л колбі розчинили 1,744 г висушеного калій нітриту в дистильованій воді та консервується 1-2 мл хлороформу).

До досліджуваного розчину 50 мл, додати реактив Грісса, для зміни забарвлення розчин нагрівають на водяній бані протягом 10 хв. Фотометрують

розчини через 40 хв у кюветах із товщиною оптичного шару 2 см при довжині хвилі 530 нм використовуючи зелений світлофільтр по відношенню до дистильованої води з реактивом Грісса. Для побудови калібрувального графіку, за яким знаходять вміст нітритів, проводять серію вимірювань з використанням свіжоприготовлених робочих розчинів з концентраціями 0,02-0,3 мг/л. Калібрувальний графік будують в координатах “оптична густина – концентрація  $\text{NO}_2^-$  - йонів (мг/л)” [27]. Розраховується вміст нітрит-йонів за формулою (2.5):

$$X = \frac{A}{V},$$

де А – вміст нітритів, за калібрувальним графіком, мкг; V – об’єм проби взятої для аналізу, мл.

## 2.8. Фотометричне визначення ортофосфатів

Суть визначення ортофосфатів полягає в тому що проходить реакція з молібдатом амонію в середовищі кислоти. При цьому утворюється жовта фосфомолібдатна гетерополікислота, яка під дією відновників – аскорбінової кислоти – інтенсивно забарвлюється в синій колір.

Реактиви, що потрібні для аналізу:

- Розчин 20 % сульфатної кислоти (для цього потрібно 140 мл концентрованої сульфатної кислоти розчинити в 900 мл дистильованої води;
- Розчин аскорбінової кислоти з відсотковим вмістом 2,16% (розчинити 2,16г аскорбінової кислоти в 100 мл дистильованої води, зберігати в холодильнику);
- Розчин амоній оксомолібдату (+6). Для цього розчинити 3 г амоній оксомолібдату (+6) ч.д.а. в 100 мл дистильованої води. Зберігати в поліетиленовому посуді.
- Змішаний розчин: до 125 мл сульфатної кислоти додати 50 мл розчину амоній оксомолібдату (+6) та 50 мл розчину аскорбінової кислоти.

- Стандартний розчин – 1,3895 г кристалогідрату калій гідрогенфосфат \* 5 молекул води, розчинити в 1 л колбі, додати 2 мл хлороформу та довести розчин дистильованою водою до мітки.

Хід роботи:

50 мл проби, яку попередньо розвели у 20 разів, додають 2 мл розмішаного реактиву, 0,5 мл аскорбінової кислоти та нагрівають 15 хв. Проводять фотометрію відносно дистильованої води з розчиненими в ній згідно з методикою реагентами. Концентрацію фосфатів визначають за калібрувальним графіком.

Щоб побудувати калібрувальний графік будують приготувавши зі стандартного розчину, ряд робочих розчинів заданої концентрації 0,1-0,2-0,4-1,2-2,0 мг/л, до них додають по 2 мл змішаного реактиву та 0,5 мл аскорбінової кислоти, при світлофільтрі нефелометру з довжиною хвилі 882 нм, але по відношенню до дистильованої води з додаванням змішаного реактиву та аскорбінової кислоти.

Калібрувальний графік будують в координатах “оптична густина – вміст фосфат-йонів”.

## **2.9. Кількісне визначення сульфат-іонів турбідиметричним методом**

Метод полягає в осадженні сульфат-йонів барієм в кислому середовищі за допомогою гліколевого реагенту. Етиленгліколь стабілізує барій сульфат при осадженні.

Для початку потрібно приготувати реагенти:

1. Гліколевий реактив А: змішують 5% водний розчин  $\text{BaCl}_2$  з етиленгліколем та 96% етанолом у співвідношенні 1:3:3 відповідно. Відрегулювати значення рН хлоридною кислотою (1:1) в межах 2,5-2,8 і залишають розчин на 2 доби.

2. Гліколевий реактив В: готують як і реактив А, але замість розчину  $\text{BaCl}_2$  додають дистильовану воду.

3. Стандартний розчин для визначення концентрації сульфатів складається з 0,9071 г безводного сульфату калію, розчиненого в колбі на 1 л



дистильованої води. Концентрація такого розчину становить 0,5мг/л. Робочий розчин отримують розведенням основного в 10 разів. В 1 мл міститься 0,05 мг сульфатів [39].

Хід роботи відбувається в такій послідовності: до 5 мл води, що досліджується, додають 1-2 краплі хлоридної кислоти розведеної 1:1 та 5 мл реактиву А, ретельно перемішують. Потім чекають 30 хвилин та фотометрують у кюветах з товщиною оптичного шару 2 см при довжині хвилі 364 нм по відношенні до досліджуваної води з додаванням реактиву В. Концентрацію сульфатів (мг/л) знаходять за калібрувальним графіком.

Для побудови калібрувального графіку розводять стандартний розчин до заданих концентрацій: 0,2 – 0,8 – 1,4 – 2 мг/г сульфатів. З кожного розчину відбирають по 5 мл в колориметричні пробірки на 10 мл, додають 1-2 краплі хлоридної кислоти 1:1 та 5 мл реактиву А, ретельно перемішують і фотометрують як досліджувану пробу, але по відношенню до дистильованої води, в яку додають реактив В. Калібрувальний графік будують в координатах “оптична густина – концентрація сульфатів (мг/л)”.

## **2.10. Потенціометричне визначення головних природних йонів ( $\text{Cl}^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^+$ )**

Проводять вимірювання за допомогою відповідних йонселективних електродів в йономірах. Спочатку були приготовані стандартні розчини за допомогою яких калібрували прилад, а саме:

1. Для приготування стандартного розчину хлорид-йонів використовують висушену сіль натрій хлориду вагою 2,925 г та колба місткістю 500 мл. Сіль внести до колби, розчинити невеликою кількістю дистильованої води та довести до мітки. Вміст хлоридів 0,1 моль/л. Робочі розчини готуються послідовним розведенням.

2. Стандартний розчин з концентрацією 0,1 моль/л на нітрат-йони готують з солі калій нітрату масою 5,054 г висушеної до сталої маси в колбі на 500 мл. Для консервації додають 1 мл хлороформу.

3. Для потенціометричного визначення вмісту йонів амонію використовували амоній хлорид масою 2,575 г і готували розчин в колбі на 500 мл.

Концентрація йонів визначалась за рівняннями (2.1, 2.2):

$$pX = -\lg[x], \text{ моль/л}$$

$$C = C_m * M_{\text{йону}}, \text{ мг/л.}$$

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

#### 3.1. Фізико-географічна характеристика р. Ворскла

Одною з найбільших лівих приток річки Дніпра є Ворскла. Свій початок річка бере на території Росії, Белгородська область. Довжина річки становить 464 км, а площа – 14,7 тис. км<sup>2</sup>. На Сумщині протікає територією Великописарівського та Охтирського районів. До вісімнадцятого століття Ворскла була судноплавною. Головними притоками є Ворсклиця, Боромля, Мерло, Коломак та Тагамлик.

Великі площі берегів річки є лугами та чередуються з листяним лісом, інколи зі старицями та болотами. Місцями уздовж берега розсипані сипучі піски, що утворюють дюни.

Стоки річок формуються залежно від поєднання повного комплексу чинників, які зв'язані між собою. В цей комплекс входять насамперед кліматичні фактори (температурні режими і вологість повітря, кількість та інтенсивність атмосферних опадів, випаровування) та типи ґрунтів на підстильних поверхнях (геологія, рельєф, ґрунтові властивості, гідрогеологічні умови, покриви флори, наявність озер та боліт тощо). В даний період важливе місце серед факторів, що формують стік річки відводиться антропогенному впливу – господарській діяльності людини (вирубці лісів, земельній розораності, меліоративним заходам, надмірним регулюванням русел річок, забір та скидання використаної води).

В межах басейну клімат помірно-континентальний з теплим тривалим літом і відносно холодною зимою: середня січнева температура повітря складає -7°...-9°С (мін. -38°С), середня липнева - +18°... +19°С (макс. +33°С). Близько 575-600 мм атмосферних опадів за рік випадає на території річки з максимальними показниками влітку. Зазвичай, літом можливі посушливі періоди, що інколи довго тривають (1972, 1992, 2010 рр.). Максимальне промочування ґрунту під час злив у басейні не перевищує 70 см та не досягає

грунтових вод. З середини грудня до середини березня лежить відносно нестійкий сніговий покрив (з 7.12 по 23.03) який під час відлиг може сходити неодноразово. Максимальна висота снігового покриву в басейні становить 70 ми, середня ж має значення близько 20 см. Найбільша глибина промерзання ґрунту 40 см.

Загальна кількість озер на території басейні річки Ворскли 451, а загат – 235. Розміри та форми озер різні. Деякі з них мають невелику ширину та витягнуті у довжину. Більша кількість озер замулена, дно інших водойм – піщане. Більша частина озер належать до замкнутих водойм, які сполучаються з річками лише під час паводків, менша частина – сполучені постійно з річкою чи іншими водоймищами.

Більшість загат мають невеликі площі. Вони наповнюються виключно поверхневими, талими та дощовими водами. Значна їх кількість замулюється та заростає рослинністю.

На річці споруджено невеликі ГЕС; є шлюзи-регулятори. Воду використовують для промислового і побутового водопостачання, зрошування.

Морфометричні характеристики наведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1

Морфометричні характеристики річки Ворскла

Назва річки	Довжина, км	Площа басейну, км <sup>2</sup>	Витрати води, м <sup>3</sup> /с	Середній багаторічний стік млн.м <sup>3</sup> /рік
Ворскла	464	14,7	14-15	646

### 3.2. Обробка результатів

Під час виконання дослідницької роботи було проаналізовано гідро-хімічний стан поверхневих вод р. Ворскла.

Експериментальна частина роботи була виконана на базі лабораторії фізико-хімічних досліджень кафедри хімії та методики навчання хімії

Сумського державного педагогічного університету імені Антона Семеновича Макаренка.

Дослідження проводились одноразово в вересні 2020 року, отже несуть несистематичний характер, а мають моментні значення. Був визначений катіонно-аніонний склад, спостереження проводились за 10 показниками.

Для обробки результатів використовувалося програмне забезпечення, а саме Microsoft Excel 2010 (проведення обчислень, побудова діаграм), OriginPro (побудова калібрувальних графіків).

Точками відбору було село Журавне, хутір Пристань (за  $\approx 500$  м до водозбору Охтирської ТЕЦ) та село Чернетчина (нижче гирла р. Охтирка), Охтирського району, Сумської області, що знаходиться на території Гетьманського національного природного парку (Рис.3.1).

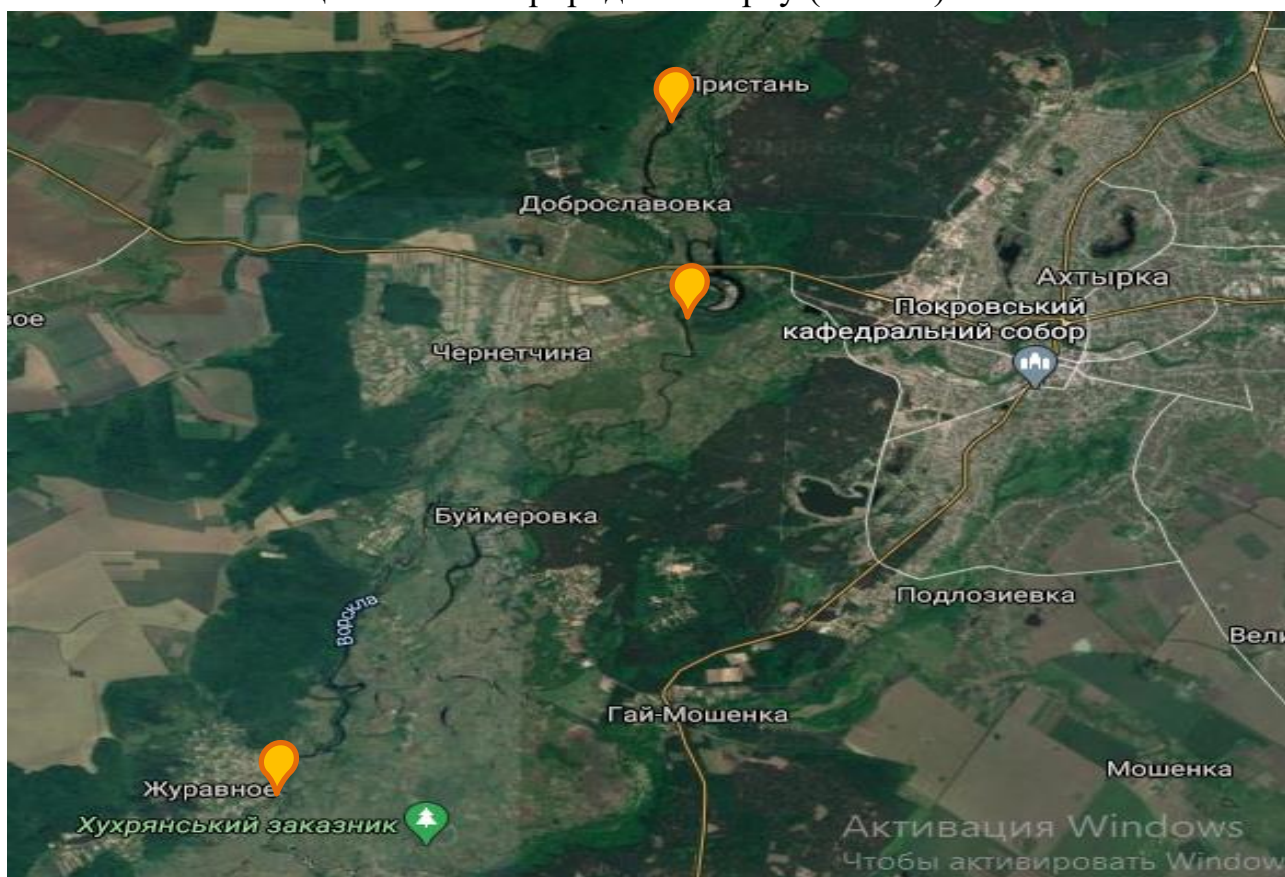


Рис. 3.1. Карта точок відбору

При використанні фізико-хімічних методів визначення головних йонів, використовуються калібрувальні графіки, побудовані на стандартних

розчинах. Стандартні розчини мали задану концентрацію 0,1 моль/л, а потім розводять його в 100 разів.

Калібрувальні графіки для визначення концентрацій йонів  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  наведені у рисунках 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 та 3.6.

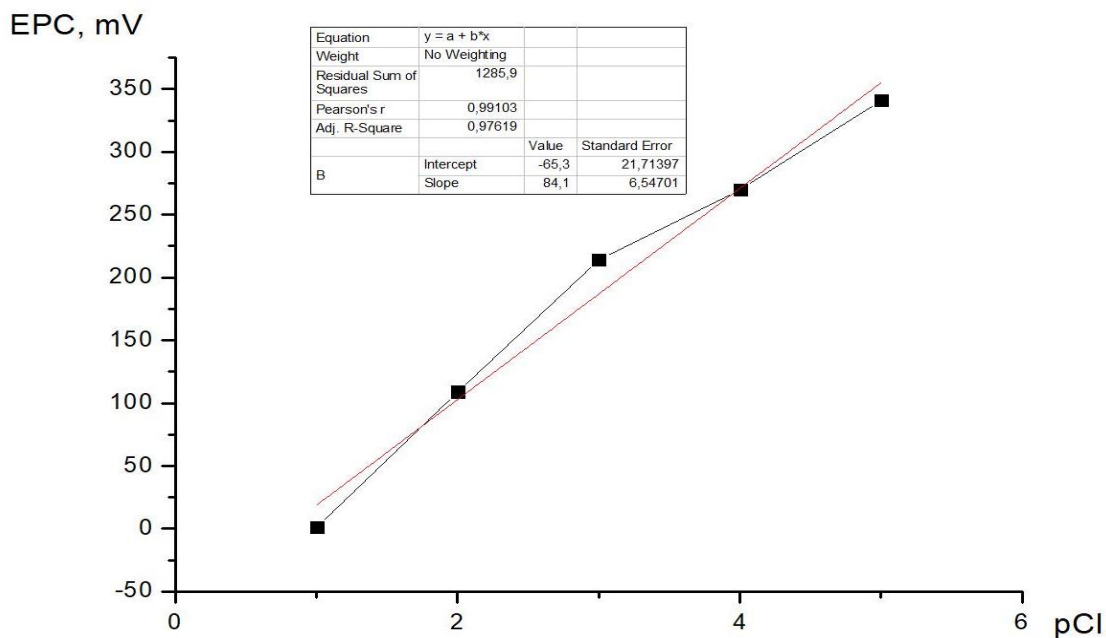


Рис. 3.2. Калібрувальний графік на хлорид-йони.

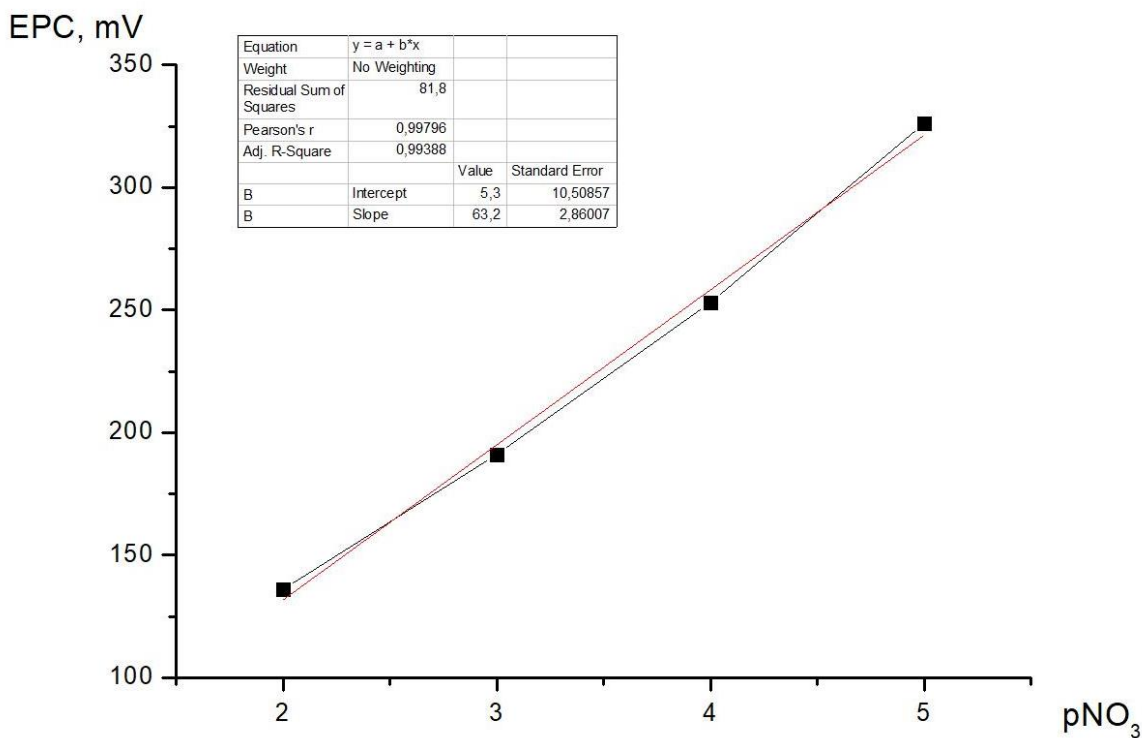


Рис. 3.3. Калібрувальний графік на нітрат-йони.

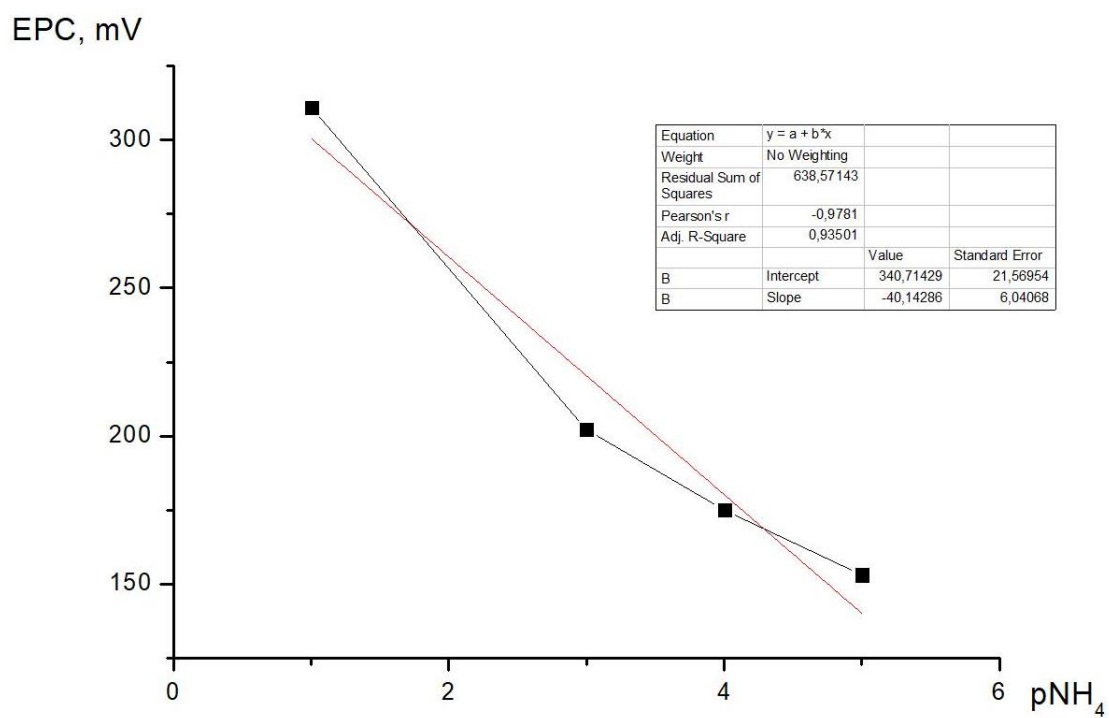


Рис. 3.4. Калібрувальний графік на йони амонію.

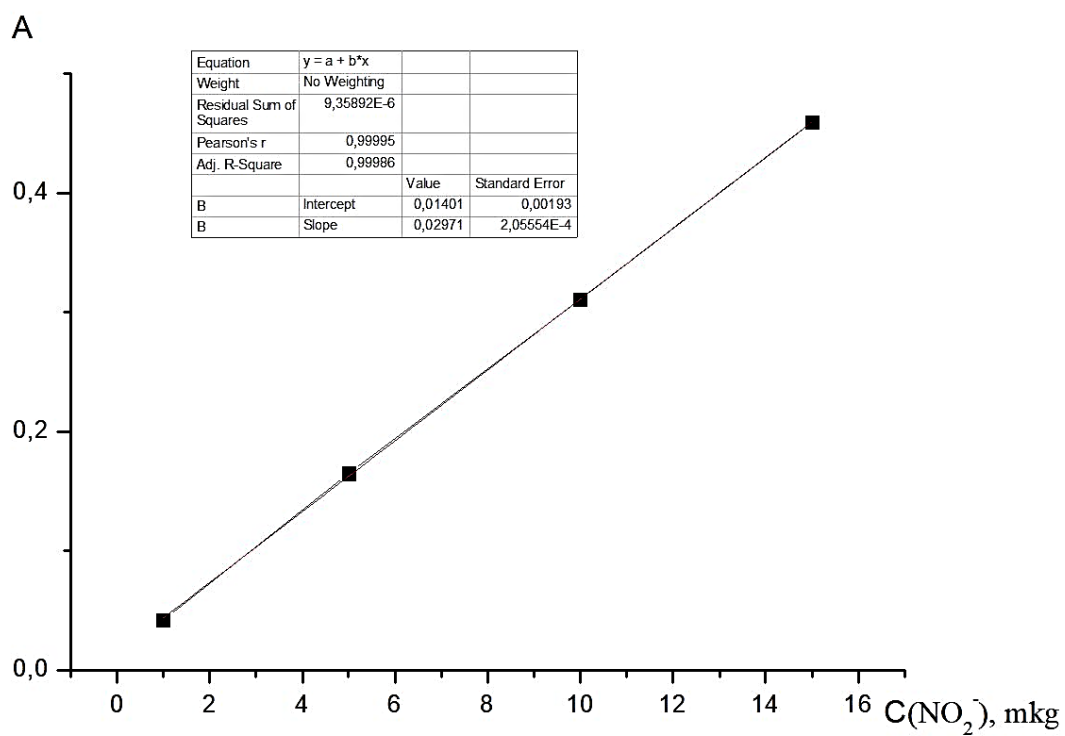


Рис. 3.5. Калібрувальний графік на нітрит-йони.

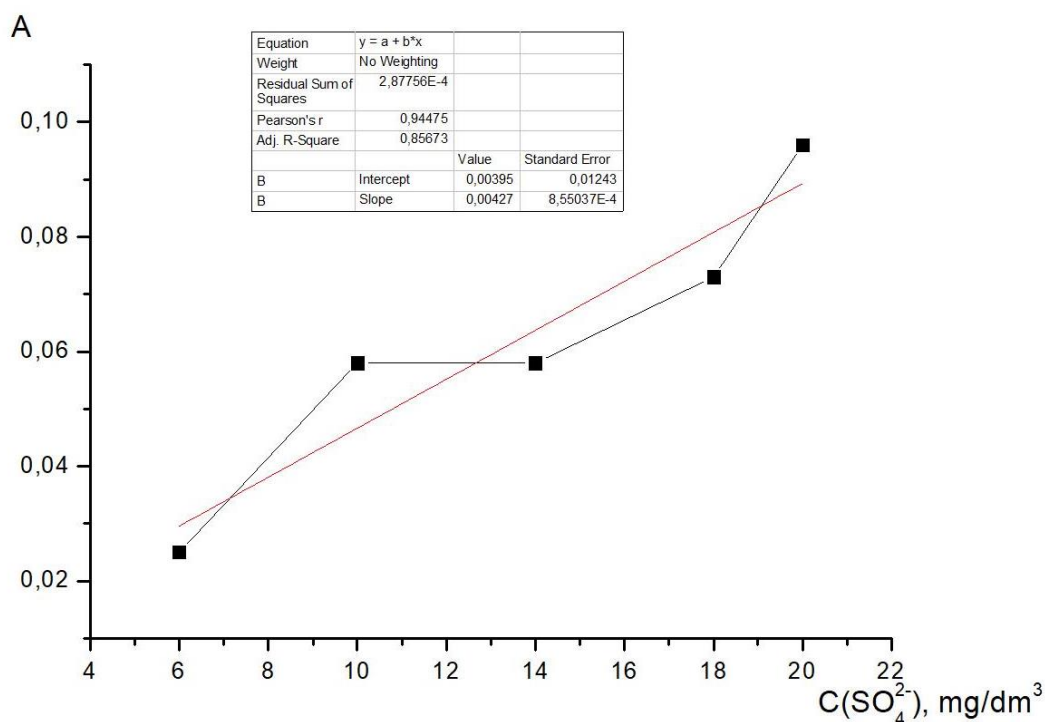


Рис. 3.6. Калібрувальний графік на сульфат-йони.

### 3.3. Хімічний склад поверхневих вод р. Ворскла

Одержані усереднені значення вимірних показників якості поверхневих вод наведений в таблиці 3.2. Для аналізу їх відповідності екологічним вимогам, ми використали значення гранично допустимих концентрацій (далі ГДК) та санітарно-гігієнічних норм, що призначені для споживання людиною.

Таблиця 3.2.

Хімічний склад поверхневих вод р. Ворскла.

Показники		Місця відбору проб		
Назва	Розмірність	хут. Пристань	с. Чернеччина	с. Журавне
pH	-	7,78	7,68	8,18
ОВП	mV	152	129	197
Хлориди, $Cl^-$	мг/дм <sup>3</sup>	121,7	145,3	68,5
Амоній, $NH_4^+$	мг/дм <sup>3</sup>	1,76	1,79	0,16
Нітрати, $NO_3^-$	мг/дм <sup>3</sup>	14,0	13,6	8,4
Нітрити, $NO_2^-$	мг/дм <sup>3</sup>	0,33	0,37	0,018
Фосфати, $PO_4^{3-}$	мг/дм <sup>3</sup>	2,86	3,24	0,81



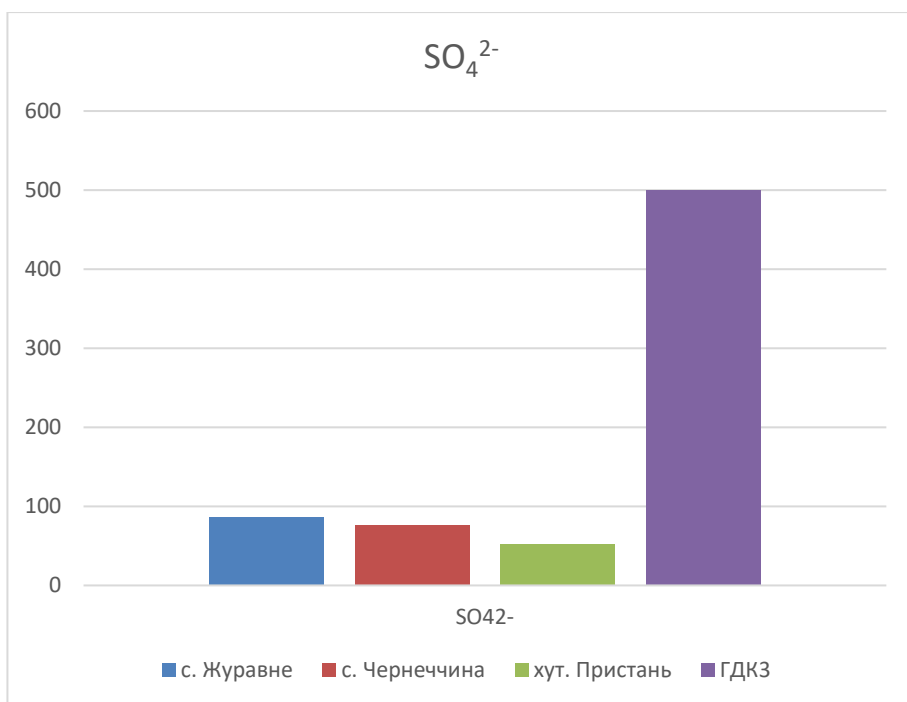
Сульфати, $\text{SO}_4^{2-}$	мг/дм <sup>3</sup>	52,1	76,0	86,71
ХСК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	7,3	7,5	5,68
Загальна твердість	ммоль/дм <sup>3</sup>	6,1	6,4	4,2
Загальна лужність	ммоль /дм <sup>3</sup>	не визн.	не визн.	6,4

Водневий показник – величина, що показує міру активності йонів водню ( $\text{H}^+$ ) в розчині, тобто ступінь кислотності або лужності цього розчину. Для поверхневих вод, що містять невеликі кількості діоксиду вуглецю, характерна лужна реакція. Значення вод річки Ворскла є нейтральним.

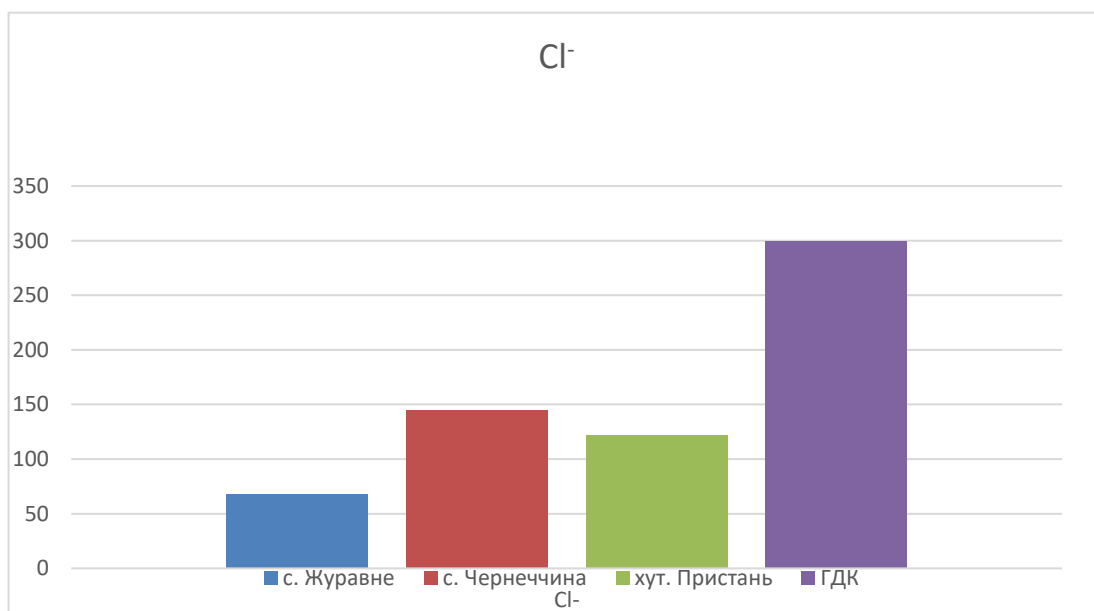
Загальна (стала) твердість води – характеризується наявністю сульфатів і хлоридів кальцію і магнію:  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$  і  $\text{MgCl}_2$ . Показники у водоймі становить 4,2 ммоль/дм<sup>3</sup>, 6,4 ммоль/дм<sup>3</sup>, 6,1 ммоль/дм<sup>3</sup> в с. Журавне, с. Чернеччина, хут. Пристань відповідно. За даними значеннями ми можемо сказати, що вода в річці Ворскла має середній рівень твердості. В жодній з проб не було перевищення ГДК, що має значення 10 ммоль/ дм<sup>3</sup>.

Концентрація сульфатів у поверхневих водах, зазвичай, коливається залежно від сезону і корелює зі зміною загальної мінералізації води. Найважливішим фактором, який визначає вміст сульфатів, є співвідношення між поверхневим і підземним стоком та є мінливим. Помітний вплив чинять окислювально-відновні процеси у водному об'єкті і господарська діяльність людини.

Значення які ми визначили становили не перевищують норми ГДК - 500 мг/л. Ми можемо спостерігати як концентрація сульфатів збільшується за течією. Для наочного порівняння представлена рис. 3.7.

Рис. 3.7. Гістограма «SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>»

Хлориди є переважним аніоном у високо мінералізованих водах. Їх концентрація у поверхневих водах схильна до сезонних коливань, корелюючи зі зміною загальної мінералізації води, але в нашому випадку концентрація не перевищує ГДК. Це ми можемо спостерігати на рисунку 3.8.

Рис. 3.8. Гістограма «Cl<sup>-</sup>»

Присутність у поверхневих водах йонів амонію пов'язана, не лише з природними процесами, люди також мають значний вплив. Природним прикладом цього є період відмирання фітопланктону, хімічна основа якого є

біохімічна деградація білкових речовин. Йони амонію з'являються у воді внаслідок розчинення у ній аміаку – продукту розкладу органічних азотовмісних речовин. Вміст в природних водах йонів амонію пов'язаний з процесами біохімічної деградації білкових речовин, амінокислотного дезамінування, а також, розкладання під дією уреазі сечовини. Присутність амонію в концентраціях порядку 1 мг/л знижує здатність гемоглобіну риб зв'язувати кисень.

Значна кількість амонію може надходити з поверхневим стоком і атмосферними опадами. Високі концентрації амонію характерні для побутових стічних вод [47].

Йон  $\text{NH}_4^+$  нестійкий, під час його окиснення утворюються нітрат та нітрит йони. Якщо вміст амонію підвищений, то у воді існують анаеробні умови формування хімічного складу. Отже, якість її має незадовільну оцінку. Підвищення концентрації  $\text{NH}_4^+$  часто спостерігається у водних об'єктах у місцях скиду стічних вод.

Отримані нами результати не перевищують ГДК рис. 3.9.

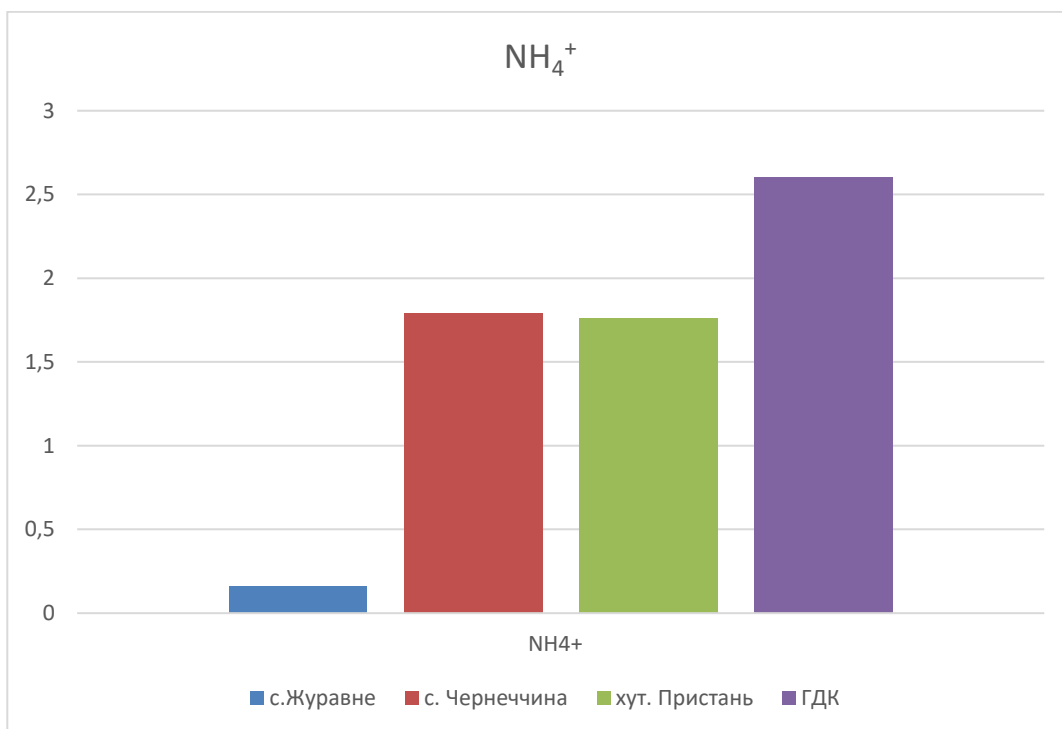


Рис. 3.9. Гістограма « $\text{NH}_4^+$ »

Механізм дії нітратів на організм людини досліджений досить добре. Нітрати, зазвичай придушують дихання клітин. В організмі людини сполуки, які утворюються з нітратів – нітрозосполуки, можуть призвести до утворення злоякісних пухлин. Токсична дія нітратів на людський організм виражається в зниженні його працездатності, запамороченнях.

Присутність нітратних йонів у природних водах пов'язано з:

- внутрішніми процесами нітрифікації амонійних йонів при участі кисню під дією нітрифікуючих бактерій;
- атмосферними опадами, які поглинають оксиди азоту (концентрація нітратів в атмосферних опадах досягає 0,9-1 мг/дм<sup>3</sup>);
- промисловими і господарсько-побутовими стічними водами, особливо після біологічної очистки, коли концентрація досягає 50 мг/дм<sup>3</sup>;
- стоком з сільськогосподарських угідь та зі стоками води зі зрошуваних полів, на яких застосовуються азотні добрива.

У річкових водах нітрати знаходяться в розчиненій формі. В природних умовах в незабруднених річкових водах концентрація нітратів коливається частіше всього в межах десятих долей мг/л. Їх концентрація в поверхневих водах коливається згідно з сезоном: у вегетаційний період вона мінімальна, восени вона збільшується, а максимуму досягає зимою, коли при мінімальному споживанні азоту органічні речовини розкладається і азот переходить з органічних форм у мінеральні.

В період дослідження встановлено, що концентрація нітратів в річці при ГДК до 45 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 3.10.).

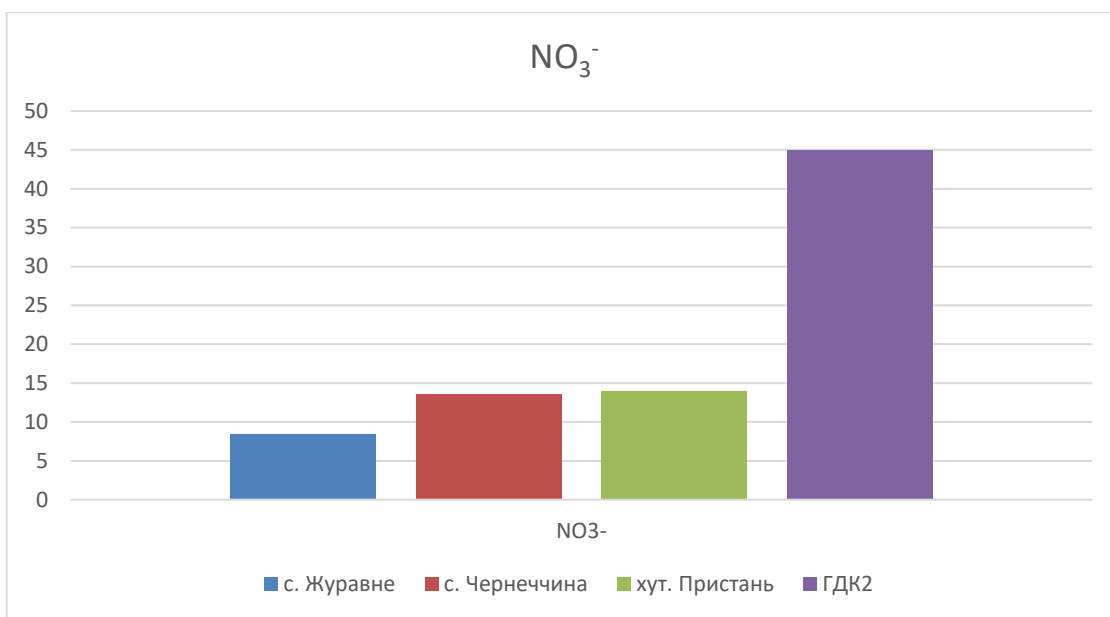


Рис. 3.10. Гістограма « $\text{NO}_3^-$ »

Сполуки мінерального фосфору надходять у природні води в результаті вивітрювання і розчинення порід, що містять ортофосфати (апатити і фосфорити) і надходження з поверхні водозбору у виді орто-, мета-, піро- і поліфосфат-йонів (добрива, синтетичні миючі засоби, добавки та т.п.), а також утворюються при біологічній переробці залишків тварин і рослинних організмів. Надлишковий вміст фосфатів у воді, особливо в ґрунтовій, може бути ознакою наявності у водяному об'єкті домішок добрив, компонентів господарсько-побутових стічних вод та біомаси, що розкладається. Кількість фосфатів в річці варіюється в межах ГДК (3,5 мг/дм³) та складає 1,01 мг/дм³–3,24 мг/дм³ в залежності від місць відбору проб.

Хімічне споживання кисню (ХСК) – це кількість кисню в міліграмах або грамах на 1 л води, необхідна для окислення вуглецевмісних речовин.

Величина ХСК дає змогу оцінити вміст окисних речовин, але не дає інформації про їхній склад. Тому ХСК належить до узагальнених показників. Хімічне споживання кисню виражається кількістю кисню, витраченого на окислення забруднювальних хімічних речовин.

Показник ХСК залежить від сезону та буде максимальним взимку, тому що переважають анаеробні умови і тому споживання кисню підвищуються в декілька разів. Значення ХСК досягли 5,7-7,5-7,3 мгО/дм³ в місцях проб

с.Журавне – с.Чернеччина – хут. Пристань відповідно, що означає перевищення ГДК – 5 мгО/дм<sup>3</sup>. Але дані значення використовуються для питної води, тому це не велике перебільшення норми. З урахуванням низького вмісту органічних відновників, зокрема, сполук нітрогену з низьким ступенем його окиснення, причиною підвищення ХСК може бути високий вміст органічних сполук – відновників антропогенного походження.

Присутність у поверхневих водах нітрит йонів є проявом процесів мінералізації органічних речовин та нітрифікації. Йони амонію під дією певних бактерій окиснюються до нітрит-йонів. Вони можуть утворитися іншим шляхом – денітрифікацією. Фітопланктон та денітрифікуючі бактерії при нестачі кисню використовують окисген нітратів на окиснення органічних сполук.

Поява нітритів у підвищених кількостях можлива у місцях скидів підприємств, які в якості інгібіторів корозії використовують нітрити [ ]. Під час дослідження ми отримали результат, що не перевищує значень допустимих – 3,3 мг/дм<sup>3</sup>. Відношення отриманих значень до ГДК представлено в рисунку 3.11.

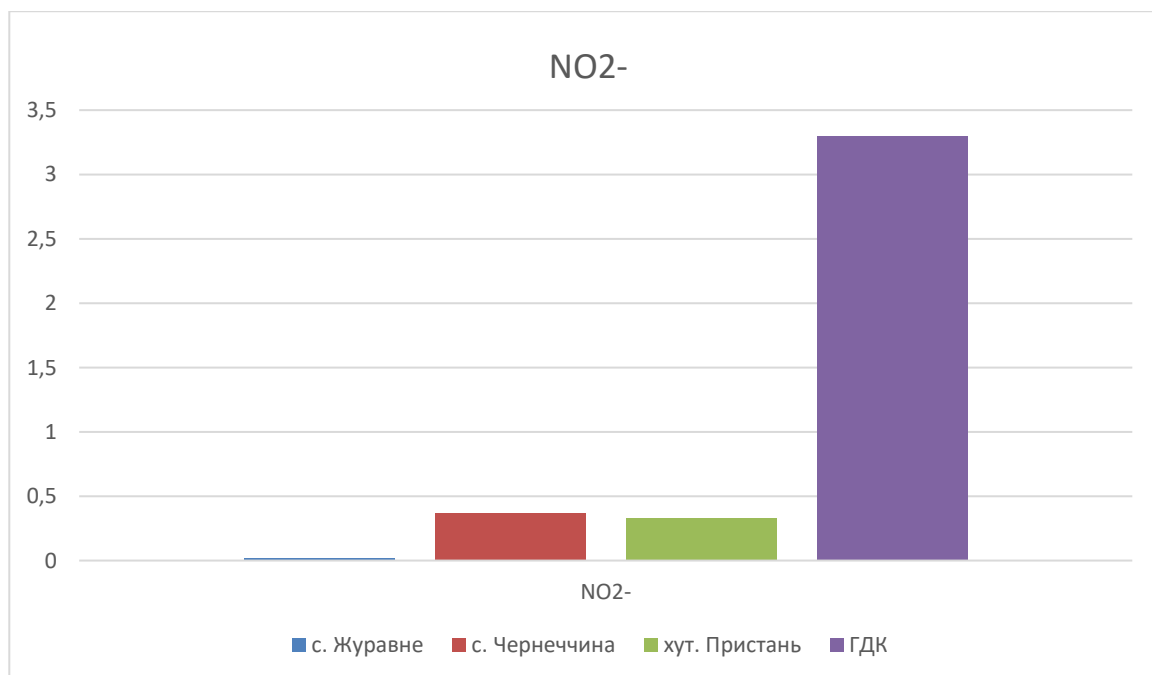


Рис. 3.11. Гістограма «NO<sub>2</sub><sup>-</sup>»

За результатами експериментального дослідження катіон – аніонного складу природних вод встановлено, що вміст визначених йонів в цілому не перевищував значень ГДК, хоча концентрація фосфатів ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) межує із гранично допустимою.

### 3.4. Оцінка екологічного стану басейну р. Ворскла на території Сумської області

Аналіз результатів проведеної роботи, а саме одержані значення вимірних показників в окремих пунктах відбору проб (разом з пробами інших дослідників), у відношенні до їх ГДК, наведені на рисунку 3.12.

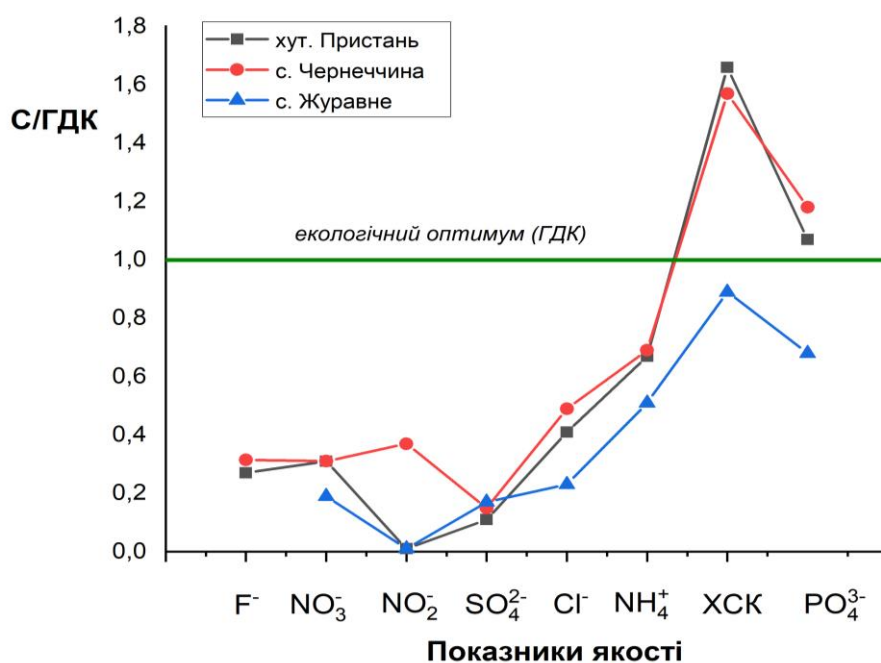


Рис. 3.12. Відповідність вмісту окремих неорганічних забруднювачів р. Ворскли екологічним нормам.

Після усереднення отриманих значень, було побудовано діаграму екологічного стану – рисунок 3.13.

Діаграми екологічного стану басейну р. Ворскла побудовані таким чином – радіуси відкладені в безрозмірних одиницях, які є відношенням визначеної концентрації конкретної форми до її ГДК.

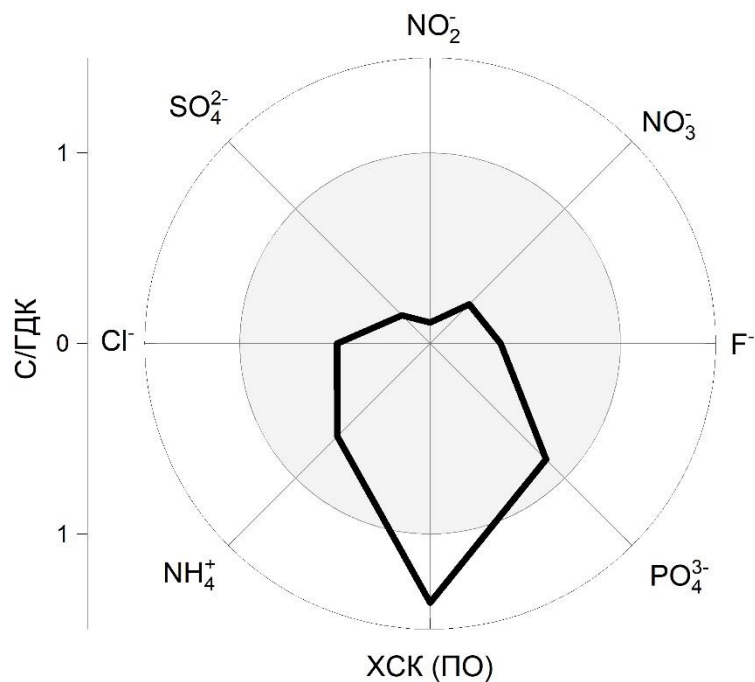


Рис. 3.13. Діаграма екологічного стану річки Ворскла.

У ході спостережень за хімічним складом вод р. Ворскла ми зробили висновки про те, що хімічний склад вод формується під впливом природних умов, а також антропогенного фактору.

Контроль якості поверхневих вод слід продовжувати, щоб запобігти подальшого погіршення стану води.

За даними спостережень поверхневих вод р. Ворскла стан водойми визначений, як задовільний. Та все ж слід враховувати той факт, що значення ГДК, було взяте для питної води, що дало змогу більш жорстко охарактеризувати стан річки.



## ВИСНОВКИ

1. У результаті аналізу джерел інформації було виявлено, що води річки Ворскли загалом знаходяться у задовільному стані, але існує потреба їх постійного моніторингу.

2. Експериментально встановлено, що в річці Ворскла концентрація йонів  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ , знаходиться в межах ГДК.

3. Має місце перевищення санітарно-гігієнічної норми за хімічним споживанням кисню (ХСК). Це можна пояснити надмірним антропогенним навантаженням на річку.

4. Загальний еколого-хімічний стан предмету дослідження є задовільним та не потребує негайного впливу. Але, враховуючи, що р. Ворскла протікає територією Гетьманського національного природного парку, регіональний еколого-хімічний моніторинг її басейну повинен мати постійний характер, оскільки антропогенний вплив постійно зростає.

5. Результати проведеного дослідження дозволили встановити, що поверхневі природні води річки Ворскла за визначеними нами хімічними показниками, відповідають вимогам до зон рекреації водних об'єктів, що узгоджується із висновками попередніх досліджень [20].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеев Л. С. Контроль качества воды. / Л. С . Алексеев – М.: Инфра-М, 2004. – 154 с.
2. Альохіна Т.М. Вміст важких металів у воді та донних відкладах річки Інгулець / Т.М. Альохіна // Гідробіологічний журнал. – 2008. – № 3 (44). – С. 114-120.
3. Алымов А.Н., Першин П. Н. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР // Ред. Кол.: Першин П.Н., Алымов А.Н. и др. — М.: ГУГК, 1978. 184 с.
4. Бастюк Б.В. «Водні ресурси України» / Б.В. Бастюк. Харків. 2003. – 50 с.
5. Боголюбов В.М., Клименко М.О., Сафранов Т.А., Мокін В.Б., Адаменко О.М. Моніторинг довкілля. Херсон: Грінь Д.С., 2013. 529 с.
6. Брицке М.Э. Атомно-абсорбционный спектрохимический анализ./ М.Э. Брицке – М.: Химия, 1982. 225 с
7. В. И. Вернадский. Труды по минералогии: В. И. Вернадский — Москва: Наука, 2002. 608 с.
8. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості: ДСТУ 7525:2014. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 30 с.
9. Водний і меліоративний фонди Сумської області: Довідник. – Суми, 2006. 128с.
10. Водний фонд України / За ред. В.М. Хорєва, К.А. Алієва. // Довідковий посібник – К.: Ніка-Центр, 2001. 392 с.
11. Геохимия окружающей среды / [Ю. Е. Сает, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др.]; под ред. Ю.Е. Сает. – М.: Недра, 1990. 335 с.
12. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / [Т. В. Гусева., Я. П. Молчанова., Е. А. Заика., В. Н. Винниченко, Е. М. Аверочкин] - М.: Эколайн, 2000. 88 с.

13. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР.— М.:Высшая школа, 1988. 324 с.
14. Глушков В. Вопросы теории и методы гидрологических исследований / В. Глушков. — М.: Изд.- во АН СССР, 1961. 416 с.
15. Гончарук. В.В. Наука о воде: монографія / В.В. Гончарук. — К.: Наукова думка, 2010. 512 с.
16. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных вод, льда и атмосферных осадков. Москва, 1985. — 14 с.
17. Гуменюк Б.В. Вміст важких металів і характеристика гідрохімічних показників у воді річок./ Б.В. Гуменюк, Д. В. Страшнюк, Н. М. — Тернопільський НПУ ім. В. Гнатюка, 2015. 86 с.
18. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія: Геохімічний аспект. Чернівці: Рута, 2002. 272с.
19. Гуцуляк В. М. Ландшафтознавство: теорія і практика. — Чернівці: Книги — XXI, 2008. 168с.
20. Данильченко О.С. Екологічна оцінка води річок Ворскли та Ворсклиці в межах Сумської області за період 1999-2015 рр. *Літопис природи. Гетьманський НПП*. Тростянець. 2017, Т. 6. С. 18-26
21. Данильченко О.С. Природні особливості формування стоку річок Сумського Придніпров'я / О.С. Данильченко, Б.М. Нешатаєв // Фізична географія та геоморфологія. — 2010. — Вип. 3(60). — С. 206 — 215.
22. Данильченко О.С. Річка як індикатор ландшафтно-екологічної ситуації (на прикладі р. Сумки) / О.С. Данильченко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2011. — Т. 4 (25). — С. 179–188.
23. Дейнекина Р.С. Современные физико-химические методы анализа промышленных и природных объектов / Р.С. Дейнекина, Носова Е.С., Жуков А.Ф.. — М.:Общ-во «Знание», 1986. — 94 с.

24. Департамент екології, паливно-енергетичного комплексу та природних ресурсів. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області.
25. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» // ДСанПіН 2.2.4-171-10. 2010. – 41 с.
26. Зінчук В. К. Фізико-хімічні методи аналізу / В. К. Зінчук, Г. Д. Левицька, Л. О. Дубенська Л. - Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка. 2008. - 363 с.
27. КНД 211.1.4.020-95. Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в природних і стічних водах. – Київ, 1995.
28. Зуб Л.М. Сучасний стан природних комплексів водоохоронних територій малих річок України та шляхи їх відновлення (на прикладі модельних річок різних природних зон) [Електронний ресурс] / Л.М. Зуб. – Режим доступу: [http://uarivers.net/ukr\\_rvrs/small\\_rivers.htm](http://uarivers.net/ukr_rvrs/small_rivers.htm)
29. Ковальчук І. Екологічний моніторинг регіону: експертна оцінка стану і функціонування: науково-навчальне видання / І. Ковальчук. – Львів.: Опілля, 2009. – 607 с.
30. Колесник С. Вода і люди // Сільські вісті. – 16 грудня 2005 р.
31. Корінько, І.В. Контроль якості питної води: монографія / І.В. Корінько, В.Я.Кобилянський, Ю.О.Панасенко. – Харків: ХНАМГ, 2013. – 200 с.
32. Кузьма Ю.Б.. Гравіметричний та титриметричний аналіз / Кузьма Ю.Б., Я.Ф.Ломницька. Львів. В-во ЛНУ. 1998 147 с.
33. Кузьма. Ю.Б. Аналітична хімія / Ю.Б. Кузьма, Я.Ф.Ломницька. Львів., 2001 – 287 с
34. Кукурудза С. І. Аналіз якості природних вод / С. І. Кукурудза , С. М. Турій –Львів.: Вид-во ЛДУ, 1994. 37 с.
35. Літологія сучасних донних осадків поверхневих водойм Криворізького залізничного басейну. Ага- джанов М.Є., Бобко А.О., Малахов І.М., Альохіна Т.М., Іванченко В.В. — Кривий Ріг. «Октан Прінт», 2008. — 110 с.
36. Лобода Н.С. Гидрологические и гидрохимические характеристики рек Псел и Ворскла в разные гидрологические сезоны / Н.С. Лобода,

- В.В. Пилипюк // Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. – Одеса: ТЕС, 2014. – С.58.
37. Мельник А.В., Міллер Г.П. Ландшафтний моніторинг. – К., 1993. — 152 с.
  38. Новиков Р.А. Глобальная экологическая проблема / Р.А. Новиков, Жирицкий А.К, Маркушина В.И. и др.— М.: Изд-во “Мысль“, 1988. – 204 с.
  39. Новіков Ю.В. Методи исследования качества воды водоема. / Ю. В. Новіков. К. О. Ласточкина, З. Н. Болдіна. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
  40. Онищенко Г.Г. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / [Г. Г.Онищенко, С. М. Новиков, Ю. А. Рахманин и др.]. - М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. - 408 с.
  41. Посібник з контролю якості водних ресурсів в системі Держводгоспу України. – К.: Наук. думка, 1994. – 202 с.
  42. Резников А.А. Методы анализа природных вод / А.А. Резников, Е.П. Муляковская, И.Ю. Соколов. – М.: Недра, 1970. – 427 с.
  43. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии / В.Д. Романенко. - К.: «Генеза», 2004. - 662 с.
  44. Скляр В. Г. Характеристика природних комплексів Гетьманського національного природного парку / В. Г. Скляр, Ю. Л. Скляр, О. О. Гудаков, О. М. Тихонова // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2012. – № 2. – С. 13–17.
  45. Сніжко С. І. Гідрохімія та радіогеохімія річок і боліт Житомирської області / С. І. Сніжко, О.О. Орлов – Житомир: Волинь, 2002. – 262 с.
  46. Справочник по геохимии. Войткевич Г.В., Кокин А.В., Мирошниченко А.Е. и др. — М.: Недра, 1990. — 480 с
  47. Фатєєва А. І. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / А. І. Фатєєва, Я. В Пашенко - Х. : Ін-т ґрунтознавства та агрохімії, 2003. - 72 с.