

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра теоретичної та прикладної хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
Зі спеціальності 102 «Хімія»

Тема: Визначення аніонного складу поверхневих вод

Завідувач кафедри Большаніна С.Б

Керівник роботи Пшеничний Р.М

Виконавець студентка групи ПХ-91 Звоник К.В

Суми 2023

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

Кафедра теоретичної та прикладної хімії

Спеціальність 102 „Хімія”

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студентці Звоник Катерині Віталіївні

Група ПХ-91

1.Тема кваліфікаційної дипломної роботи Визначення аніонного складу поверхневих вод

2. Вихідні дані

3.Етапи виконання кваліфікаційної роботи

ТИЖНІ

№	Етапи і розділи проектування	1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Проведення дослідження аніонного складу поверхневих вод				+		
4	Обговорення результатів аналізу					+	
5	Оформлення роботи						+

Дата видачі завдання 10 квітня 2023

Керівник

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається зі вступу, 3 розділів і загальних висновків. Загальний обсяг роботи 51 сторінка, зокрема 5 рисунків, 8 таблиць, 30 літературних джерел та додатки.

Предметом бакалаврської кваліфікаційної роботи є показники хімічного складу та екологічні характеристики води.

Робота складається з трьох частин: 1. Літературний огляд; 2. Методи визначення аніонного складу поверхневих вод; 3. Результати дослідження.

Об'єкт дослідження якість поверхневих вод річко міста Суми (Псел), озер(Чеха, Блакитні Озера)

Головною метою цієї кваліфікаційної роботи є дослідити якість поверхневих вод, аніонний склад.

У роботі виконано дослідження якості поверхневих вод.

Ключові слова: поверхневі води, аніонний склад, ГДК, р. Псел, р. Ганнівка, о. Чеха, Блакитні озера.

ABSTRACT

The bachelor's thesis consists of an introduction, 3 sections and general conclusions. The total volume of work is 51 pages, including 5 figures, 8 tables, 30 literary sources.

The subject of the bachelor's qualification work is indicators of the chemical composition and ecological characteristics of water.

The work consists of three parts: 1. Literature review; 2. Methods of determining the anionic composition of surface waters; 3. Research results.

The object of the research is the quality of surface water, the river of the city of Sumy (Psel), lakes (Czech Republic, Blue Lakes)

The main goal of this qualification work is to investigate the quality of surface waters, anionic composition.

The study of the quality of surface water was carried out in the work.

Key words: surface waters, anionic composition, GDK, Psel river, Hannivka river, o. Czechia, Blue Lakes.

Зміст

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	10
1.1 Класифікація природних вод.....	10
1.2 Хімічний склад поверхневих вод.....	13
1.3 Фактори які впливають на забруднення поверхневих вод.....	19
1.4 ГДК та її компоненти	24
1.5 Водні ресурси Сумщини.....	25
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД.....	35
2.1 Проба відбору поверхневих вод, види проб, правила відбору для аналізу.....	36
2.2 Методика виконання	36
2.2.1 Визначення ОВП методом редоксиметрії.....	37
2.2.2 Визначення методом іон-селективної потенціометрії нітрат-іонів....	38
2.2.3 Визначення методом іон-селективної потенціометрії хлорид-іонів..	39
2.2.4 Визначення рН методом потенціометрії.....	40
2.2.5 Визначення ХСК методом Кубеля.....	41
2.2.6 Визначення загальної твердості титриметричним методом.....	42
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	44
ВИСНОВОК.....	47

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48
ДОДАТКИ.....	52

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

pH- водневий показник

ГДК – гранично-допустима концентрація

ЕДТА – етилендіамін тетраоцтова кислота

ОВП – окисно-відновний потенціал

ХСК – хімічне споживання кисню

ВСТУП

Актуальність. Моніторинг водних об'єктів має проводитися з метою охорони природних ресурсів. За результатами моніторингових досліджень природних вод в м.Суми можна зробити висновок, що рівень забруднення досягає критичного рівня в більшості водоймищ.

Водоймища міста Суми використовуються не лише для сільськогосподарських потреб, але й також для відпочинку. Забруднені води або недосліджені можуть призвести до серйозних наслідків, таких як: зараження грибками, гельмінтами, гостро кишкові інфекції та інше.

Причинами забруднення стічних, фермерських вод є продукти життєдіяльності, бруд, миючі засоби, добрива, гербіциди, інсектициди та будь які відходи які може залишити після себе людина – це все буде впливати на склад вод. Наслідками цього всього є зменшення видової різноманітності річкової флори та фауни. Як наприклад, озеро Чеха міста Суми, кожного року популяція риб стає меншою, більшість риб помирають через забруднення. Але в цьому озері начислюється наразі близько 24 види регіонально рідкісних видів, 5 –які занесені до Червоної книги України, 3 до Європейського Червоного списку, 81 вид охороняється Бернською конвенцією з охорони як фауни, флори та природних місць перебування.

Річка Псел яка знаходиться в межах Сумської області та Сумському районі також страждає від забруднення. Так, після виявлення на річці Псел невідомих часток і плівка яка вкривала водний простір, дослідження показали що, був підвищений вміст нітрит-іонів, що говорить про стійке забруднення та слабку очистку. Відмічене також було підвищення вмісту мінерального фосфору та ХСК.

Мета дослідження: моніторинг хімічного складу та діагностика якості поверхневих вод за гідрохімічними та екологічними показниками.

Об'єкт дослідження: якість поверхневих вод річок міста Суми (Псел, Ганівка, озер (Чеха, Блакитне Озеро)

Предмет дослідження: показники хімічного складу та екологічні характеристики води.

Методи дослідження:

1. Методи гідрохімічного аналізу(редоксиметрія, іон-селективна потенціометрія, титриметрія,)

РОЗІДЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Класифікація природних вод

Вода є універсальним ресурсом, застосування для якого людина знайшла практично у всіх сферах свого життя. Значення води в природі та житті людини включає в себе не тільки біологічну складову, вода активно використовується в промисловості, землеробстві, тваринництві та інших галузях.

Підземні термальні, мінеральні та промислові води є складні багатоконпонентні фізико-хімічні системи, що включають мінеральні та органічні речовини, гази, мікроорганізми, що формуються в певних структурнотектонічних, літолого-стратиграфічних та термодинамічних умовах. Води ці сформовані переважно за рахунок поверхневих (атмосферних та морських) та глибинних (магматичних, вулканогенних та метаморфічних) розчинів, що зазнали різних перетворення у земній корі у періоди геологічної історії [1].

Мінеральний склад води визначається сумою головних йонів, що становить 90-95% мінерального складу прісних вод, тому її часто називають мінералізацією води, яка слугує кількісною характеристикою розчинених у воді мінеральних речовин. Загальна мінералізація води визначається сумою йонів в мг/л або в г/л. Природні води класифікують за мінералізацією, за величиною твердості, за рН. Існує ряд систем класифікації природних вод за переважанням в йонному складі вод одного або декількох компонентів [2]. Класифікація О.О.Альокина, хоч і набула поширення не позбавлена суттєвих недоліків: в ній не враховується присутність в природних водах розчинених органічних сполук, загальна концентрація яких у воді річок і озер іноді досягає 100 мг/л; вона не враховує присутності розчинених газів, кількість і природа яких істотно впливає на фізико-хімічні процеси, що протікають в природних водоймах.

Систематизації результатів хімічного аналізу води частіше проводяться з використанням графічних способів (рис. 1.1). Для зображення складу природної

води, найбільш розповсюджений графік Роджерса. За Роджерсом, аналіз води відображується у вигляді двох вертикальних або горизонтальних стовпчиків, на один із яких нанесений в масштабі %-ммоль аніонів, а на другий %-ммоль катіонів в послідовності, так званої реакційності: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl та Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ . Проектування величин %-ммоль катіонів на стовпчик аніонів вказує на наявність гіпотетичних солей, розчинених у воді [3].

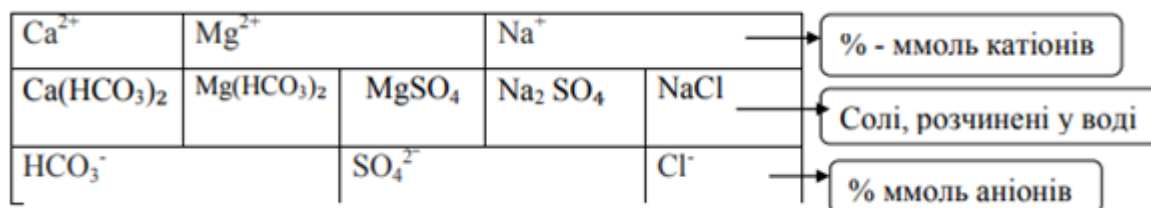


Рисунок 1.1. графік Роджерса

Існує велика кількість класифікацій мінеральних вод за хімічним складом та мінералізації. Більшість дослідників (В.І. Вернадський, О.А. Алекін та ін.) виділяють 4 групи підземних вод: 1) прісні (загальна мінералізація до 1 г/л); 2) солонуваті (1 – 10 г/л); 3) солоні – (10-50 г/л); 4) розсоли (понад 50 г/л). М.С. Гуревич та Н.І. Толстихін пропонують більш дрібний поділ зазначених груп виходячи з потреб та різного застосування підземних вод.

Віднесення до прісних вод встановлено нормами Держстандарту. Слабосолонуваті води можуть застосовуватися для зрошення, нецентралізованого водопостачання; солоні – для оцінки мінеральних (лікувальних) вод. Виділення підгруп розсолів обумовлено правильною оцінкою промислових термальних, підземних вод та вод нафтових родовищ. С.А. Щукар'єв побудував свою класифікацію на градації вод за 6 головними іонами, кількість яких у воді перевищує 12,5 екв: катіонів Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} та аніонів Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Вода за змістом перерахованих іонів належить до того чи іншого класу у значенні, що перевищує 25 процент-еквівалентів (суми процентеквівалентів аніонів та катіонів окремо приймають за 100). Усього

виходить 49 класів вод – залежно від комбінацій водних видів за змістом катіонів. Приклад: вода сульфатна магнієво-кальцієва або хлоридногідрокарбонатна натрієва. Усі класи поділені на групи загальної мінералізації: А – менше 1,5 г/л; В – від 1,5 до 10 г/л; С – від 10 до 40 г/л; D - Більше 40 г/л. Перевага класифікації С.А. Щукарьова – простота та зручність у зіставленні різних за хімічним складом вод, її суттєвий недолік – громіздкість (49 класів та 4 групи) [4].

Класифікація А.І. Перельмана цікава своїм акцентом на 6 основних таксонах, при цьому кожен із них визначають на основі особливого критерію: по групі – температура; за типом - Окисно-відновні умови; по класу – лужно-кислотні умови; за сімейством – загальна мінералізація; за родом – розчинена органічна речовина; на вигляд – ведучі катіони та аніони, крім H^+ та OH^- . Цю класифікацію відрізняє з інших облік температури, органічних речовин, газів. Ідея А. І. Перельмана – зображення води 6-значним числом (за кількістю таксонів та різновидів, яких у кожному таксон міститься не більше 9) [5]. Передбачено також паралельне поділ вод за їх особливими властивостям (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Класифікація вод

клас	назва	хімічний склад
1	Гідрокарбонатні (лужні) води	Вміст гідрокарбонатних аніонів (HCO_3^-) перевищує 25 екв.%. Вміст інших аніонів менше 25 екв.%
2	Хлоридні (соляні) води	Вміст аніонів хлору (Cl^-) перевищує 25 екв.%. Вміст інших аніонів менше 25 екв.%
3	Сульфатні (гіпсові) води	Вміст сульфатних аніонів (SO_4) 2 перевищує 25 екв.%. Вміст інших аніонів менше 25 екв.%

4	Води змішаного типу	Мають складний склад (2 і більше аніонів): гідрокарбонатнохлоридні, хлоридно-сульфатні, гідрокарбонатносульфатні, гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатні
5	Води 1-4 класів, що містять біологічно активні компоненти	Містять біологічно активні мікроелементи, залізо, миш'як, фтор
6	Газовані води	Вуглекислі, сульфатні, радонові
	Реакція середовища (рН)	Кислі, нейтральні, лужні
	Наявність органічних речовин	Гумінові речовини, бітуми, феноли, жирні та нафтеніві кислоти
	Мікроелементний склад	Залізисті, крем'янисті, йодні, бромні, миш'яковисті

Проведення гідрохімічного аналізу та систематизація результатів досліджень дозволяє класифікувати воду за хімічними показниками, оцінити її якість і придатність для водокористування.

1.2. Хімічний склад поверхневих вод

Під хімічним складом природних вод прийнято розуміти весь складний комплекс мінеральних та органічних речовин, що знаходяться у різних формах іонно-молекулярного та колоїдного стану.

Формування хімічного складу природних вод визначають переважно дві групи факторів:

- прями чинники, безпосередньо які впливають воду (тобто. вплив речовин, які можуть збагачувати воду розчиненими сполуками чи, навпаки, виділяти їх із води): склад гірських порід, живі організми, господарська діяльність людини;

- непрямі фактори, що визначають умови, в яких протікає взаємодія речовин з водою: клімат, рельєф, гідрологічний режим та ін.

За характером свого впливу фактори, що визначають формування хімічного складу природних вод, доцільно поділити такі групи:

- фізико-хімічні (хімічні властивості елементів, окислювально-відновлювальні умови, змішування вод та катіонний обмін);

- біологічні (діяльність рослин та живих організмів);

- антропогенні (всі причини, пов'язані з діяльністю людини).

До антропогенних факторів, які безпосередньо впливають на хімічний склад природних вод, відносяться стічні води. Господарсько-побутові, промислові та сільськогосподарські стічні води можуть містити весь перелік природних і створених людиною хімічних елементів і речовин. Оскільки повністю очистити стічні води неможливо, то всі ці речовини виявляються в ґрунті, воді, атмосфері. Стічні води призводять також до термічного забруднення природних вод і зменшення концентрації кисню, що знижує окисний потенціал води.

Географічна зональність. Хімічний склад природних вод, за визначенням В.І. Вернадського залежить головним чином геохімічних процесів у географічних (ландшафтних) зонах. Так, у зоні надлишкового зволоження (тундрова, лісова, тропічна) в результаті інтенсивного винесення розчинних солей та розкладання рослин залишків поверхневі води, як правило, слабо мінералізовані (30-200 мг/л) і багаті на розчинну органічну речовину. У зонах недостатнього зволоження (лісостеп, степ і напівпустеля) у зв'язку з невеликим виносом солей та активним розчиненням карбонатів кальцію та розкладанням рослинних залишків мінералізація води підвищується, але загальна кількість

розчинених речовин не перевищує 1 г/л. Крім того, у зонах недостатнього зволоження в районах розвитку солоних товщ формуються гіпсові сульфатно-натрієві та содові води (класичний район поширення содових озер – західно-сибірський лісостеп). В аридній зоні (сухі степи та пустелі) спрямованість геохімічних процесів йде шляхом накопичення солей. Поверхневі води характеризуються високою мінералізацією та низьким вмістом органічних речовин. При розгляді мінералізації, іонного складу, сумарної та розчиненої органічної речовини та інших характеристик незабруднених поверхневих вод чітко простежується певна закономірність, що відбиває вплив на природні води фізико-географічної зональності, тобто. впливу всього комплексу природних умов формування хімічного складу води. Так, наприклад, загальновідома тенденція до збільшення мінералізації води (від кількох десятків до кількох сотень мг/л відповідно до збільшення сухості клімату та зміни ґрунтового покриву), а на Азіатській частині території – з півночі на південь з максимально мінералізованими водами в районах північної частини Казахстану [6].

Вміст органічних речовин у незабруднених водних об'єктах, що характеризується перманганатною окислюваністю, також має досить чітку фізико-географічну зональність. Зона дуже малої (0–2 мг О/л) та малої окислюваності (2–5 мг/л) приурочена переважно до гірських районів, зона середньої окислюваності (5–15 мг О/л) – до зон широколистяних лісів, лісостепу, степу, напівпустелі, пустелі та тундри. Зона підвищеної окислюваності (15–20 мг О/л) – до зони північної та південної тайги. Наявність зазначених зон окислюваності пов'язане з неоднаковою швидкістю та характером розпаду та гуміфікації створюваних рослинами органічних речовин у різних фізико-географічних зонах залежно від зволоженості, температури, ступеня аерації, рН та окислювально-відновних умов [7].

Підземні води впливають на хімічний склад поверхневих вод. У межених періоди харчування річок здійснюється переважно з допомогою підземного

стоку. Ґрунтові води, тобто. води першого водоносного гори-парасольки, це головне джерело живлення річок. Хімічний склад цих вод багато в чому залежить від хімічного складу атмосферних опадів, що просочуються крізь шар ґрунту. Поряд з ними в живленні річок можуть брати участь також підземні води водоносних горизонтів, що знаходяться нижче. Хімізм цих вод залежить як від складу вміщуючих порід різного геологічного віку, так і від динаміки (рухливості) вод, пов'язаної з тектонічної історією району. Підвищений вміст деяких хімічних елементів у воді рік під час зимової межі, що спостерігається в ряді випадків, у порівнянні з літньою, мабуть, пояснюється збільшенням підземного живлення за рахунок ґрунтових або підземних вод. Порушення зональності хімічного складу природних вод, за відсутності антропогенного забруднення, зазвичай пов'язане з умовами залягання і складом гірських порід, наявністю на водозбірній площі виходів соляних товщ, родовищ нафти, горючих сланців, торфу, поліметалевих і руд. .д. Так, наприклад, якщо величина концентрації іонів водню в річкових водах коливається в межах 6,5-8,5, у воді боліт - 5,5-6,0, то рН води шахт і копалень досягає іноді 1, а содових озер та термальних джерел 10, незалежно від фізико-географічних умов району. У районах сульфідних родовищ формуються сірчано-кислі води, що мають низький рН (часто менше 3) і збагачені металами. Вони дають початок сірчано-кислим струмкам і річкам, сприяють виникненню сірчано-кислих озер та ставків (наприклад, «купоросні» озера). Сірчано-кислі струмки та річки досить часто зустрічаються в районах деяких вугільних шахт [8].

Відомі також сильно-кислі вулканічні озера та «соляно-кисла» річка Юр'єва (рН води 1,72) на Курилах. Багатосторонній вплив нафтових покладів і бітумінозних порід на якість води проявляється, зокрема, у зміні окислювально-відновного потенціалу підземних вод до величини значно нижче 0, а подекуди - до 500 мВ. Зазначені води при змішуванні з поверхневими істотно впливають на характеристику їхнього окислювально-відновного стану. Добре відомо, що води

сульфідних родовищ у сотні та тисячі разів більше збагачені металами, ніж звичайні ґрунтові води. У ряді випадків гідрокарбонатні та карбонатні води, пересичені вуглекислою, в районах рудопроявів теж збагачуються металами. При виході на денну поверхню, в місцях розвантаження, приурочених найчастіше до пухких уламкових порід делювію і до ґрунтового шару, ці води сприяють утворенню сольових ореолів розсіювання, збагачених міддю, цинком, нікелем, кобальт молібденом та іншими металами. Поверхневі води, що дренують ці ділянки, у свою чергу, збагачуються зазначеними рудоутворюючими елементами [9].

Хімічний склад мінеральних вод представлений у вигляді формули Курлова, де в чисельнику – аніони, а у знаменнику – катіони, зміст яких у воді вище 20 мг-екв%. Число газів та активних мікроелементів (залізо, бром, йод, радій), що у воді, проставляють на початку формули після величини М. Іони пишуть ліворуч праворуч у спадній послідовності. Зліва від дробу вказують загальну мінералізацію води і кількість газу, що міститься в ній (г/дм³) та мікроелементів (мг/дм³); справа – температуру. Приналежність води до конкретного типу ведуть від іона, що грає підлеглу роль. Тому основні іони мають повну назву, а другорядні – коротку, наприклад холодна сульфатна натрієво-кальцієвомагнієва [10].

Присутність у мінеральній воді солей і газів дуже впливає на смак. Наявність солі хлористоводневої надає воді солоний смак, а присутність вуглекислоти - кислий. Лужні солі привносять у воду солено-гіркий присмак, сірчаноокислі – гіркий, залізисті – легкий в'яжучий, сірчані – неприємний запах тухлі яйця. До біологічно активних вод відносять води різного ступеня мінералізації, за умови, що в них розчинений хоча б 1 з елементів разом з поширеними аніонами і катіонами (залізо - вище 10 мг/дм³, миш'як – вище 7 мг/дм³, бром – понад 25 мг/ дм³, йод – понад 10 мг/дм³, літій – понад 5 мг/дм³) або є радіоактивні елементи радій і радон. Залежно від хімічного та газового

складу питні мінеральні води об'єднані у 5 технологічних груп: 1-а – води неуглекислі без легко окислюваних компонентів; 2-а – води вуглекислі без легко окислюваних компонентів; 3-та – води мінеральні, містять залізо; 4-та – води гідросульфідні та гідросульфідно-сірководневі; 5-та – води мінеральні із вмістом сульфатоввідновлюючих бактерій. Для всіх груп вод спеціально розроблені схеми розливу та обробки [11].

За хімічним складом атмосферні опади щонайменше різноманітні, ніж інші природні води. У них присутні аерозолі атмосфери, що являють собою пилоподібні мінеральні частинки кори вивітрювання, високодисперсні агрегати розчинних солей, дрібні краплі розчинів газових домішок (CO_2 , HCl та ін.), частинки диму, органічні речовини самого різного складу, дрібні залишки (мікроби, пилок рослин та ін.). Будь-яка проба сучасного повітря може містити безліч природних забруднюючих речовин - від пилку рослин до спор грибів, і від хвороботворних бактерій до мікроскопічних частинок солі і вулканічного попелу. Великий вплив на концентрацію аерозолів має характер підстилаючої поверхні, розвиток процесів еолової ерозії. Кількість частинок мінерального континентального пилу, що піднімаються вітром, і її склад істотно впливають на хімізм атмосферних опадів. Тривалість заповишених бур може досягати декількох тижнів. Добре відомі вітрові переноси солей з поверхні солончаків, солонців, висохлих соляних озер, механічний вітровий винос морської води. Усе це сприяє зміні хімічного складу атмосферних вод, а й безпосередньому надходженню речовин різної природи у водойми. Але значення природних забруднюючих речовин повітряного середовища відступає на другий план перед зростаючим забрудненням атмосфери, пов'язаним з діяльністю людини [12].

При роботі промислових підприємств, електростанцій, транспорту, особливо автомобільного, систем теплопостачання, при проведенні різноманітних заходів у сільському господарстві (внесення в ґрунт добрив, обробка сільськогосподарських і лісових угідь отрутохімікатами тощо) в

атмосферу потрапляє величезна кількість різноманітних сполук – від оксидів сірки та азоту до рідкісноземельних елементів та синтетичних матеріалів. Основними забруднюючими речовинами атмосфери є окис вуглецю, оксиди сірки, азоту, вуглеводні та завислі речовини.

1.3 Фактори які впливають на забруднення поверхневих вод

Забруднення поділяють на природні, викликані якимись природними, зазвичай катастрофічними (виверження вулкана, селевий потік) причинами, і антропогенні, що у результаті діяльності людей. Серед антропогенних виділяють забруднення біологічне, механічне - засмічення середовища агентами, що надають лише механічний вплив без фізико-хімічних наслідків; хімічне - зміна природних хімічних властивостей середовища, в результаті чого підвищується середньобагато коливання кількості будь-яких речовин для аналізованого періоду часу, або проникнення в середовище речовин, нормально відсутніх в ній або в концентраціях, що перевищують норму [13].

Хімічне забруднення буває неорганічним та органічним. Всього до переліку пріоритетних речовин на даний час віднесено 45 забруднювальних речовин: 33 — Директивою 2008/105/ЄС про екологічні стандарти у сфері водної політики та 15 — Директивою 2013/39/ЄС, яка вносить зміни до ВРД та Директиви 2008/105/ЄС про пріоритетні речовини (табл. 1.2). Вони встановлені в таких Директивах: Директива щодо скидів ртуті (82/176/ЕЕС); Директива щодо скидів кадмію (83/513/ЕЕС); Директива щодо ртуті (84/156/ЕЕС); Директива щодо скидів гексахлороциклогексану (84/491/ЕЕС); та Директива щодо скидів небезпечних речовин (86/280/ЕЕС).

Таблиця 1.2. Пріоритетні речовини

№	CAS номер (1)	EU номер (2)	Назва пріоритетної речовини	Ідентифікована як пріоритетна небезпечна речовина
(1)	15972-60-8	240-110-8	Алахлор	
(2)	120-12-7	204-371-1	Антрацен	(x)*
(3)	1912-24-9	217-617-8	Антразин	(x)*
(4)	71-43-2	200-753-7	Бензол	
(5)	відсутній	відсутній	Бромовані дифенілетари (**)	X****
(6)	7440-43-9	231-152-8	Кадмій і його сполуки	X
(7)	85535-84-8	287-476-5	C ₁₀₋₁₃ - хлор алкани**	X
(8)	470-90-6	207-432-0	Хлорофенвінфос	
(9)	2921-88-2	220-864-4	Хлорпіріфос	(x)*
(10)	107-06-02	203-458-1	1,2-Дихлоретан	
(11)	75-09-2	200-838-9	Дихлорметан	
(12)	117-81-7	204-211-0	Ди(2-етилгідроксил)фталат	(x)*
(13)	330-54-1	206-354-4	Діурон	(x)*
(14)	115-29-7	204-079-4	Ендосульфан	(x)*
(15)	206-44-0	205-912-4	Флуорантрен(*****)	
(16)	118-74-1	204-273-9	Гексахлорбензол	X
(17)	87-68-3	201-765-5	Гексахлорбутадиєн	X
(18)	608-73-1	210-158-9	Гексахлорциклогексан	X
(19)	34123-59-6	251-835-4	Ізопротурон	(x)*
(20)	7439-92-1	231-100-4	Свинець та його сполуки	(x)*
(21)	7439-97-6	231-106-7	Ртуть та її сполуки	X
(22)	91-20-3	202-049-5	Нафталін	(x)*
(23)	7440-02-0	231-111-4	Нікель та його сполуки	
(24)	25154-52-3	246-672-0	Ноніфеноли	X
(25)	1806-26-4	217-302-0	Октилфеноли	(x)*
(26)	608-93-5	210-172-5	Пентахлорбензол	X
(27)	87-86-5	201-778-6	Пентахлорфенол	(x)*
(28)	відсутній	відсутній	Поліароматичні вуглеводні	X
	50-32-8	200-028-5	(Безо(а)пірен)	
	205-99-2	205-911-9	(Бензо(б)флуорантен	
	191-24-2	205-883-8	(Бензо(g,h,i)перилен	
	207-08-9	205-916-6	(Бензо(k)флуорантен)	
	193-39-5	205-893-2	(Індено(1,2,3-cd)пірен)	
(29)	122-34-9	204-535-2	Симазин	(x)*
(30)	688-73-3	211-704-4	Трибутилолові сполуки	X
	36643-28-4	відсутній	(Трибутилолова-катіон)	
(31)	12002-48-1	234-413-4	Трихлоробензоли	(x)*
	120-82-1	204-428-0	(1,2,4-Трихлоробензол)	
(32)	67-66-3	200-663-8	Трихлорометан (хлороформ)	
(33)	1582-09-8	216-428-8	Трифлуралін	(x)*

(*) Для певних груп речовин до переліку включено їхніх типових індивідуальних представників як індикативні параметри.

(**) Ці групи речовин звичайно включають значну кількість індивідуальних сполук.

(***) Ця пріоритетна речовина підлягає перегляду для її ідентифікації як можливої «пріоритетної небезпечної речовини». Комісія внесе пропозицію до Європейського Парламенту і Ради стосовно її остаточної класифікації не пізніше 12 місяців після затвердження цього переліку. Термін, встановлений у Статті 16 Директиви 2000/60/ЕС для пропозицій Комісії щодо регулювання, від цього перегляду не зміниться.

(****) Лише пентабромобіфенілетер (CAS-номер 32534-81-9).

(*****) Флуорантен включено до переліку в ролі індикатора інших, більш шкідливих, поліароматичних вуглеводнів.

1 CAS: Chemical Abstract Services — Хімічна реферативна служба.

2 EU — номер у EINECS (European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances — Європейський реєстр існуючих торгових хімічних речовин) або у ELINCS (European List of Notified Chemical Substances — Європейський перелік зареєстрованих хімічних речовин).

Особливого значення має забруднення поверхневих вод. Під забрудненням розуміють будь-які зміни фізичних, хімічних та біологічних властивостей води у водоймах у зв'язку із скиданням речовин, які роблять воду даних водойм небезпечною для використання, завдають шкоди екосистемі водойми, народному господарству, здоров'ю та безпеці населення [14].

Значних розмірів досягає концентрація забруднень дощових стічних вод — зливових та талих. При цьому дощові стоки бувають більш отруйні, ніж промислові та господарсько-побутові. Наслідки забруднення далеко не завжди відчуються одразу. Стрибкоподібним проявам забруднення нерідко передують приховані. Саме тому нині вчені шукають способи своєчасної непрямой індикації забруднення в початкові його моменти. При відведенні води в природні водойми від систем охолодження в них змінюється природний режим температури, що визначає теплове забруднення. Причому теплове забруднення пов'язане як з підвищенням, а й із зниженням температури. Важливо, що змінюється режим температури.

У деяких випадках забруднення набуває найнесподіваніших форм. Наприклад, небезпечним джерелом забруднення водойм у США виявилось

спортивна полювання. З екологічних позицій спортивне полювання на птахів є активну форму на популяцію, яку можна як комплекс перешкод, отже, і забруднення. Його утворюють фактор занепокоєння (шум, запахи), порушення оптимального балансу популяцій, їх чисельності та щільності, вікової та сексуальної структури. Наприклад, для популяції дикої качки однакові наслідки (розпад популяції) наступають у кількох випадках: якщо з неї вилучено особин більше, ніж можна (перепромисл); якщо очеретяні чагарники, серед яких вона гніздиться, будуть знищені при заготівлі тростини для промислово-господарських потреб; якщо місцеперебування качки і очерет виявляться забрудненими промисловими стоками; якщо яйця в гніздах почнуть знищуватись хижаками, наприклад, єнотовидним собакою.

Забруднення надходять у поверхневі водні об'єкти зі стічними водами, як із зосереджених контрольованих скидів, і з дифузних джерел, зокрема талих і зливових вод, відведених із забудованих територій [15]. Надходження до водойми стічних вод призводить до негативних наслідків, і навіть незначна дія обумовлює помітні екологічні зміни. Скидання промислових та побутових стічних вод водоймища суворо регламентується. Велика кількість досліджень сконцентровано на вивченні складу побутових та промислових стічних вод, дослідженню ж зливових стічних вод з міських, сільських та промислових територій приділяється мало уваги.

Дощові, талі та поливомийні води, що стікають із забудованих територій, що до недавнього часу вважалися такими, що не представляють серйозна небезпека для водних об'єктів. Відведення їх було необхідним лише з міркувань благоустрою території. Однак, дощові та талі води, що відводяться із забудованих територій, значно забруднені і не можуть скидатися в водянні об'єкти без певних обмежень. В багатьох випадках зливі стічні води є одним із основних джерел забруднення водойм. Тому організоване відведення з подальшим знешкодженням дощових і талих вод в даний час є не тільки інженерною, а й

санітарною необхідністю [16]. Збільшення площ урбанізованих територій призводить до зростання обсягу зливого стоку, що, у свою чергу, призводить до наростання забруднення та негативного ефекту на довкілля [17].

Зливі стічні води постачають значну кількість забруднювачів різного типу у водоймища, проте дуже невеликий відсоток їх піддається очищенню, більшість же скидається безпосередньо у водойми без будь-якого контролю. Так, наприклад, за даними Вільнюського регіонального департаменту довкілля, лише 30 відсотків міських зливових стоків очищається до необхідних норм [18]. Зливовий стік має складний характер

Концентрація забруднювачів різко зростає на початку дощу (так званий ефект "першої хвилі") і потім поступово знижується, що так само ускладнює вивчення його складу. Серед дослідників не існує єдиної думки про те, яким чином слід вивчати хімічний склад зливого стоку – деякі з них оперують величинами середніх концентрацій, інші пропонують розглядати концентрації в конкретний момент часу, щоб врахувати зміну складу стоку під час дощу.

Нині у низці частин Світового океану виникла дуже напружена екологічна ситуація. Вона пов'язана з надходженням забруднюючих речовин, що утворюються в результаті діяльності людини; вилученням біологічних ресурсів (тільки внаслідок рибальства щорічно вилучається їх понад 70 млн т. на рік); видобутком корисних копалин (газу, нафти, залізо-марганцевих конкрецій, поліметалевих сульфідів).

1.4 ГДК та її компоненти

У водній гігієнічній токсикології під ГДК розуміють максимальну концентрацію забруднюючої речовини, при якій вона не справляє прямого або

опосередкованого впливу на здоров'я людини (за умови впливу на організм протягом усього життя) та не погіршує гігієнічних умов водокористування [19]. Розглянемо основні нормативні документи, які визначають допустимі значення (табл. 1.3).

Таблиця 1.3. Значення нормативів та ГДК якості поверхневих вод

№	Елемент, сполука	ГОСТ 2874-82 [2]	ДСТУ ГОСТ 27384–2005 [3]		СанПин 4630-88 [4]	Рибогосподарська вода [5, 6]	Рекомендація ІКХХВ [7]
		ГДК, мкг/дм ³	ГДК, мкг/дм ³	±δ, %	ГДК, мкг/дм ³ , питна вода,	ГДК, мкг/дм ³	ГДК, мкг/дм ³
		I	II	III	IV	VII	VIII
1	Алюміній (Al)	500	500	30	500	80	100
2	Барій (Ba)	-	100	30	100	2000	100
3	Берилій (Be)	0,2	0,2	50	0,2	0,3	0,2
4	Бор (B)	-	500	50	500	100	300
5	Броміди	-	200	40	200	1350	100
6	Ванадій (V)	-	-	-	100	1	-
7	Залізо загальне (Fe)	300	300	25	300	100	<300
8	Кадмій (Cd)	-	1	30	1	5	1
9	Кобальт (Co)	-	-	-	100	5	-
10	Літій (Li)	-	-	-	30	150	20
11	Марганець (Mn)	100	100	25	100	10	100
12	Миш'як (As)	50	50	30	50	50	10
13	Мідь (Cu)	1000	1000	25	1000	5	1300
14	Молібден (Mo)	250	250	25	250	1,2	70
15	Нікель (Ni)	-	100	25	100	10	20
16	Ртуть (Hg)	-	0,5	50	0,5	0,01	0,5
17	Свинець (Pb)	30	30	30	30	100	10
18	Селен (Se)	10	10	25	10	1,6	10
19	Сурма (Sb)	-	-	-	50	5	5
20	Талій (Tl)	-	-	-	0,1	-	<0,1

21	Фториди (F)	700-1500	1200-1500	15	700-1500	50	700-1500
22	Хром (III), Cr (III)	-	-	-	500	5	-
23	Хром (VI), Cr (VI)	-	50	30	50	1	50 ⁽¹⁾
24	Цинк (Zn)	5000	5000	20	1000	10	1,5
25	Ціаніди (CN)	-	35	50	100	50	35
26	Бенз(а)пірен	-	0,005	70	0,005	-	0,01
27	Бензол	-	10	50	500	500	10
28	Ксилол	-	-	-	50	50	500
29	Толуол	-	-	-	500	500	700
30	Етилбензол	-	-	-	10	1	-
31	Нафтопродукти (загальні)	-	100	50	300	50	100
32	Пестициди хлорорганічні (сума)	-	2 ⁽²⁾	40	100 ⁽²⁾	4	<0,1 ⁽²⁾
33	Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)	-	500	30	500 ⁽⁴⁾	28 ⁽⁴⁾	50
34	Тетрахлорбензол	-	-	-	10	-	-
35	Тетрахлорвуглець	-	6	40	6	-	2
36	Тригалометани	-	200 ⁽³⁾	30	60 ⁽³⁾	5	100
37	Феноли леткі	-	250	20	1 ⁽⁶⁾	1	100
38	Хлорфеноли	-	-	-	1	0,4 ⁽⁷⁾	<1
39	Ліндан	-	2	50	20	Відсутність	-
40	2,4-Д	-	30	40	1000	100 ⁽⁸⁾	-

«-» норматив не визначено; (1) – хром загальний; (2) – сума ізомерів ДДТ; (3) – пестициди;

(4) – алкілбензолсульфонат натрію; (5) – хлороформ; (6) – фенол; (7) – п-хлорфенол; (8) – амонійна сіль 2,4-Д

Хімічний склад води у поверхневих водних джерелах визначається рівнем антропогенного навантаження на водний об'єкт [20], що надалі відбивається на економічних витратах по її підготовці до використання для питних цілей із джерел централізованого водопостачання.

Мідь, цинк, залізо, марганець, нікель, кобальт, кадмій, миш'як і ртуть - пріоритетні елементи забруднювачі. З них особливу небезпеку становлять кадмій, миш'як, ртуть як елементи супер токсиканти. Зміст їх у кар'єрних водах досягає (мг/л): Cd - 0,24; As - 0,02; Hg - 0,02. Крім пріоритетних металів у водах мігрують (у вигляді гідратних, сульфатних і рідше хлоридних комплексів) рідкісні, рідкісноземельні елементи, уран, торій. Наприклад, вміст урану (0,0005%) за концентрацій урану в природних водах відноситься до дуже високих (> 3·10⁻⁴%). В умовах низьких значень рН уран починає мігрувати і в міру зниження кислотності середовища може накопичуватися у підсистемах природного середовища (грунти, донні відкладення та ін), утворюючи вторинні ореоли. Результатом стоку рідких відходів із відвалів і гірничих виробок є

повсюдне забруднення прилеглих до підприємств та їх виробництва водним об'єктам ландшафтів. Особливо сильний вплив відчують поверхневі водотоки, які є основним джерелом водозабезпечення підприємств та населення.

Мінералізація природних вод, що визначає їх питому електропровідність, змінюється в широких межах. Більшість річок має мінералізацію від кількох десятків міліграмів у літрі до кількох сотень [23].

Таблиця 1.4. Класифікація природних вод з мінералізацією

Категорія вод	Мінералізація, г/дм ³
Ультра-прісні	<0,2
Прісні	0,2-0,5
Води із відносно підвищеною мінералізацією	0,5-1,0
Солонуваті	1,0-3,0
Солені	3-10
Води з високим вмістом солі	10-35
Розсоли	>35

Для водойм, що містять межу більше 30 мг/дм³ природних мінеральних речовин, допускається збільшення концентрації завислих речовин в межах 5% [24].

1.5 Водні ресурси Сумщини

Сумська область розташована на північному сході України. Загальна площа — 23,8 тис. км². В районі є 18 адміністративних районів, 15 міст (з них 7 – обласного підпорядкування: Суми, Конотоп, Шостка, Охтирка, Глухів, Ромни, Лебедин), 20 міських населених пунктів, 1455 сіл. Населення є близько 1,1 млн. Основне джерело водопостачання Сумської області є підземні води Дніпровсько-

Донецького артезіанського басейну та поверхневих вод басейну Дніпра в межах басейнів чотирьох приток: Десна, Сула, Псла, Ворскла.

Річки області служать джерелом технічне водопостачання промислових підприємств з різних міст області, а також для зрошення садових ділянок садівничих товариств та землі сільськогосподарських підприємств. 165 річок довжиною понад 10 км кожен, що відноситься до басейну Дніпра. Найбільші з них: р. Десна з притоками Сейму, Ворскли, Сули, Пселу, Хоролу. Долини їх досить широкі (на Пселі до 20 км Річка, до 14 км на р. Сула), з крутою відносно високий (30-50 м, часто 70-80 м) правий схил та полого низина (10 – 20 м) – ліворуч.

На Сумщині 500 озер. Майже всі вони в річкові долини – в заплавах річок на низьких алювіальних тераси. Переважна більшість озер району невеликі за площею водного дзеркала – до 10 га. Загальна площа водне дзеркало озер області становить близько 2,04 тис. га, а об'єм води близько 25 млн м³ [16].

Крім того, не слід випускати з уваги той факт, що всі об'єкти гідросфери області є джерелом зрошення для сільськогосподарських угідь, які здебільшого складаються з чорнозему, тобто особливо цінне надбання народного господарства. Пов'язане забруднення водних об'єктів області зі сферою сільськогосподарської діяльності неоднозначно, а саме якість поливної води безпосередньо впливає на якість продукції та ступінь використання хімічних засобів (добрива, гербіциди, пестициди та ін.), вирощування впливає на якість підземних вод, які живлять поверхневі водні об'єкти місцевості.

Територія області має велику кількість промислових майданчиків, що працюють в різних галузях промисловості. Враховуючи також відносно високу густоту населення як насиченість і щільність розподіл території області за місцями проживання (міста, селища, сіл), також можна припустити, що рівень навантаження на екологічні компоненти продуктів життєдіяльності (стічні води, звалища, викиди газоподібних речовин) є також істотно [25].

Річкова мережа в Сумській області помірно розвинута, середня густина становить $0,35 \text{ км/км}^2$, середній сумарний показник поверхневого стоку по області складає 5790 млн. м^3 (рис.1.2а). Значна кількість водотоків області є транзитними [26]. Це, насамперед, такі річки, як Десна, Сейм, Клевень, Псел і Ворскла та значна кількість малих річок. На транзитний стік припадає 60% і лише 40% – це місцевий стік (рис.1.2).

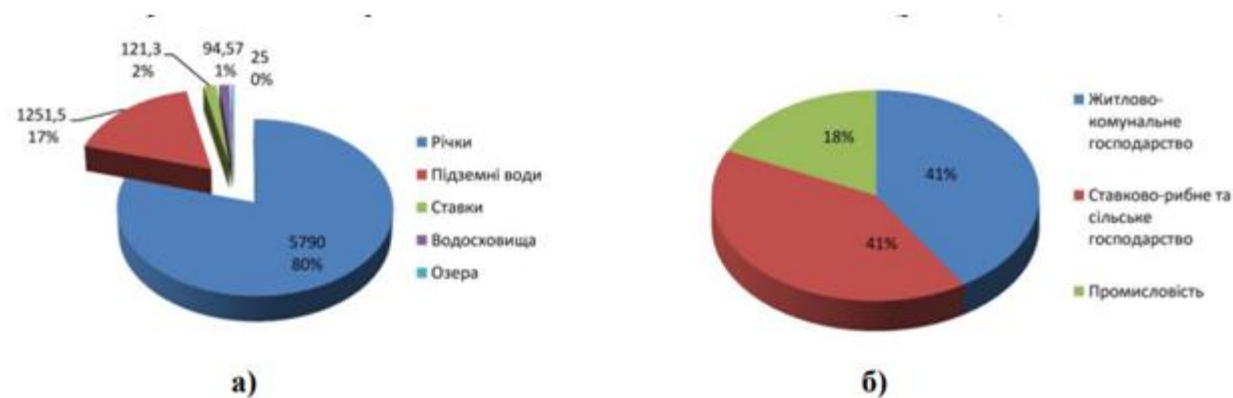


Рисунок 1.2. Структура водних ресурсів Сумської області (а) та структура споживання водних ресурсів (б) (сумарний стік чи загальний об'єм води, млн.м³)

Кількість водосховищ порівняно небагато, їх налічується 42, загальною площею 4366 га та загальним об'ємом – $94,57 \text{ млн. м}^3$ (рис.1.2). Вони є переважно русловими, за площею водної поверхні й об'ємом води відносно невеликі. Найбільшими є: Карабутівське, Хорольське, Маловорожбянське та Косівщинське. Найбільше з них – Карабутівське, або Ромен, розташоване на р. Ромен у Конотопському районі, що має площу 502 га та об'єм води – $12,97 \text{ млн. м}^3$ [27].

Ставоків у Сумській області на 01.01.2018 р. налічується – 2192, загальною площею 11386,6 га і повним об'ємом води $121,3 \text{ млн. м}^3$. Враховуючи, що на території Сумської області зосереджено велику кількість промислових та

аграрних підприємств, і існує постійна загроза забруднення водних об'єктів токсичними речовинами, в роботі [28] було виконано дослідження на наявність у воді важких металів. Зміст важких металів визначали протягом 2018–2020 років. у воді річок Псел, Ворскла та Сула. Результати дослідження води нар. Псел на вміст токсичних елементів представлені у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Вміст токсичних елементів у воді р. Псел ($M \pm m$, $n=10$)

Показник, мг/дм ³	Період дослідження рік			ГДК
	2018	2019	2020	
Залізо	0,17±0,006	0,18±0,031	0,19±0,037	0.1
Цинк	0	0	0	0.01
Мідь	0	0	0	0.01
Марганець	0,053±0,003	0,073±0,003	0,058±0,002	0.01
Кадмій	0,0025±0,001	0,0028±0,001	0,0033±0,001	0.005
Плюмбум	0	0	0	0.01

Як свідчать дані таблиці, протягом трьох років у воді р. Псел порівняно з ГДК вміст заліза було більше в 1,7-1,9 рази і становило 0,17±0,006-0,19±0,037 мг/дм³, марганцю - більше в 5,3-7,3 рази і дорівнювало 0,053±0,003-0,073±0,003 мг/дм³, кадмію – менше в 1,5-2,0 рази і склало 0,0025±0,001-0,0033±0,001 мг/дм³. Цинку, міді та свинцю в воді не виявлено.

Отже, результати досліджень вказують на підвищений зміст токсичних елементів у воді. Псел. Аналізуючи отримані дані, зміст цих металів щодо значення нормативу можна розподілити за зростанням у наступному порядку: цинк, кадмій, свинець → кадмій → залізо → марганець. Результати досліджень води р. Ворскла на вміст токсичних елементів представлені у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 - Вміст токсичних елементів у воді р. Ворскла ($M \pm m$, $n=10$)

Показник, мг/дм ³	Період дослідження рік			ГДК
	2018	2019	2020	
Залізо	0,13±0,002	0,11±0,001	0,13±0,003	0.1
Цинк	0	0	0	0.01
Мідь	0	0	0	0.01
Марганець	0,06±0,004	0,05±0,001	0,07±0,003	0.01
Кадмій	0,0018±0,0001	0,0022±0,0002	0,0025±0,0002	0.005
Плюмбум	0	0	0	0.01

Як видно з таблиці 2, протягом 2018-2020 рр. у воді р. Ворскла, порівняно з ГДК, вміст заліза був більший в 1,1-1,3 рази і становив 0,11±0,001-0,13±0,002 мг/дм³, марганцю - більше в 5,0-7,0 рази і дорівнювало 0,05±0,001-0,07±0,003 мг/дм³. Вміст кадмію був менший в 2,0-2,78 рази і дорівнював 0,0018±0,0001-0,0025±0,0002 мг/дм³. Цинку, міді та свинцю у воді річки не виявлено. Зі збільшенням вмісту щодо ГДК виявлені метали у воді р. Ворскла можна розподілити в наступній послідовності: цинк, кадмій, свинець → кадмій → залізо → Марганець.

Результати досліджень води р. Сула на вміст токсичних елементів представлені у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 - Вміст токсичних елементів у воді р. Сула ($M \pm m$, $n=10$)

Показник, мг/дм ³	Період дослідження рік			ГДК
	2018	2019	2020	
Залізо	0,16±0,002	0,14±0,001	0,12±0,001	0.1
Цинк	0	0	0	0.01
Мідь	0	0	0	0.01

Марганець	0,119±0,002	0,115±0,003	0,062±0,004	0.01
Кадмій	1,2±0,00001	1,5±0,00001	1,8±0,00002	0.005
Плюмбум	0	0	0	0.01

Як свідчать дані таблиці, протягом 2018–2020 років. у воді р. Сула порівняно з ГДК, вміст заліза був більший в 1,2-1,6 рази і склав $0,12\pm 0,001$ - $0,16\pm 0,002$ мг/дм³, марганцю – більше у 6,2-11,9 рази і становило $0,062\pm 0,004$ - $0,119\pm 0,002$ мг/дм³, кадмію – менше в 2,8-4,17 рази і дорівнювало $0,0012\pm 0,0001$ - $0,0018\pm 0,0002$ мг/дм³. Цинку, міді та свинцю у воді річки не виявлено. Зі збільшенням вмісту щодо ГДК виявлено метали у воді р. Сула можна розподілити в наступній послідовності: цинк, кадмій, свинець → кадмій → залізо → марганець. Проведене авторами [29] дослідженнями встановило, що порівняно з ГДК протягом 2018-2020 років. у воді річок Псел, Ворскла та Сула (рис. 1.3) вміст важких металів був різним. Так, вміст марганцю був більшим і дорівнював $0,05\pm 0,001$ - $0,119\pm 0,002$ мг/дм³, заліза – $0,11\pm 0,001$ - $0,19\pm 0,002$ мг/дм³, кадмію – $0,0012\pm 0,0001$ - $0,0033\pm 0,0002$ мг/дм³. Найбільший вміст марганцю встановлено у воді річки Сула, що дорівнювало $0,062\pm 0,004$ – $0,119\pm 0,002$ мг/дм³, найменше і приблизно однакове – у воді річок Псел та Ворскла, де його вміст становив $0,073\pm 0,003$ – $0,05\pm 0,001$ мг/дм³, найбільше вміст заліза встановлено у воді річки Псел – $0,19\pm 0,037$ мг/дм³, найменше - у воді р. Ворскла – $0,11\pm 0,001$ мг/дм³. Цинку, міді та свинцю у воді не виявлено.



Рисунок 1.3. Розподіл та номенклатура водних об'єктів та міських територій Сумської області

Найбільшими забруднювачами поверхневих водойм Сумської області є хімічна промисловість, целюлозно-паперова промисловість, харчова промисловість, текстильної та нафтопереробної промисловості, а також гірничо-металургійних комбінатів (рис. 1.4). Переміщення природне співвідношення сполук азоту (NH_4^+ , NO_2^- і NO_3^-) у водному середовищі є результатом техногенний вплив. Підвищення вмісту іонів амонію свідчить про погіршення санітарного стану стану води в річці Сейм щороку. Підвищення концентрації викликається припливом господарсько-побутових стічних вод, азотних і органічних добрив у поверхневий водний об'єкт. Залежність вмісту іонів амонію від посівної площі для р. Сейм у 2020 р. свідчить про те, що основним забруднювачем досліджуваної поверхневої водойми є сільське господарство, яке є одним із найбільших забруднювачів та споживачі природної води. Кореляційна

залежність між середньорічним вмістом іонів амонію і розчинений кисень у воді Сейму в 2020 році також є підтвердженням. Крім того кореляція між сумарним середньорічним вмістом нітратів і нітрит-іонів і розчиненого кисню у воді сейму 2020 р. проведено. Зниження концентрації амонію свідчить про те, що амоній є окислюється киснем, який розчиняється у воді до нітрат-іонів і нітрит-іонів [21].



Рисунок 1.4. Розподіл основних забруднювачів водних об'єктів на території області

Зменшення вмісту фосфатів і сульфатів у річці Сейм протягом 2012 - 2020 років на спостережних постах може бути пов'язано з тим, що кількість населення в населених пунктах з кожним роком зменшується (за даними документів про розмір існуючого населення України на 1 січня 2013 року та на 1 січня 2020 року). Кореляційна залежність вмісту сульфатів та фосфатів на чисельність населення у 2020 р. свідчить про збільшення вмісту показників зі збільшенням населення. Причина підвищення вмісту сульфатів і фосфатів у поверхневих водоймах є

побутовими стічними водами населення. Також ліворуч і праворуч притоки р. Сейм приносять додаткову кількість води в річку, тим самим розбавляючи її, що зменшує концентрація забруднюючих речовин [22].

Отримані результати досліджень свідчать, що з 2012 по 2020 рр. досліджена ділянка р. Сейм яка протікає територією Сумської області, виявляє тенденцію до погіршення екологічного стану. А можливою причиною такої зміни екологічного стану поверхневої водойми є збільшення техногенних навантаження на р. Сейм [30].

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОДИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД.

2.1 Проба відбору поверхневих вод, види проб, правила відбору для аналізу.

Відбір проби поділяють на два види в залежності від мети : разовий(нерегулярний) або серійний(регулярний). Разовий спосіб використовується для загальних уявлень про якість води, тому використовується рідше.

Використовується в тому випадку, коли вимірювані параметри не піддаються великим змінам в часі або глибині акваторії. Також використовується у вже добре визначених раніше водоймах з встановленими закономірностями зміни визначуваних компонентів, для періодичного контролю за можливими відхилами складу води.

Серійний (регулярний) спосіб є одним із достовірніших способом визначення. За допомогою цього методу можна отримати найбільш достовірні данні про стан водойм. В основі методу полягає регулярний відбір проб, кожна проба береться в певному зв'язку з рештою проб з врахуванням місця, часу. Велике значення в цьому методі посягає періодичність досліджень та число проб. В серійному способі можна також виділити основні типи: зональний відбір, відбір проб через певні проміжки часу, узгоджені проби.

Зональний відбір базується на відбиранні проби в різних місцях по течії річок, з різних глибин, водосховища і т.д. Відбір проб через проміжки часу дозволяє слідкувати за зміною якості води в часі (сезони, доби, години).. Узгоджені проби відбираються в різних місцях за течією річки, або в стічних водах з врахуванням часу проходження води від одного пункту в інший.

Існує два види проб – прості та змішані. Прості проби одержують шляхом одноразового відбору в одному пункті водойм всього об'єкту необхідного для аналізу води. Прості проби характеризують склад води в момент відбору в одному місці.

Змішані проби одержують шляхом об'єднання декількох простих. В залежності від об'єднання розрізняють: середній склад води досліджуваного об'єкту в певний момент часу, або середній клас води за певний період часу.

Особливо необхідно враховувати при відборі змішуваних вод їх характер розподілу та зміни визначуваних компонентів у водному середовищі. Середню пробу отримують шляхом змішування рівних частин проб, які відібрані через рівні проміжки часу.

Відбір води зазвичай здійснюється в чисту(стерильну) тару, яка забезпечує герметичність, забезпечить хімічну стійкість та не включає можливості зміни складу проби яка була відібрана. При відборі води з поверхневого шару (0,5 м) герметичність не є обов'язковим показником.

Сама тара може бути різної місткості від 0,25 до 50 дм³. Можна використати також звичайну пластикову пляшку з під мінеральної води, але попередньо перед набором проби, ополоснути досліджувано водою. Пляшки з під газованих солодких напоїв не підходять, так як відмити пляшку від напою буде складніше, а також далі вплине на результат аналізу.

Проба поверхневих вод відбирається на відстані 1-2м від берега та на глибині до 1 метра, шляхом занурення тари у воду. Важливо також не допустити постачання бульбашок, щоб кисень не розчинився у воді при відборі та транспортуванні, так як далі кисень може вступити в реакцію з присутніми домішками у воді і вплинути на результати дослідження.

2.2 Методика виконання

Для визначення аніонного складу поверхневих во будуть використані такі методи як: редоксиметрія (окисно-відновний потенціал ОВП), іон-селективна потенціометрія (водневий показник, Cl⁻, NO₃⁻), пермангонатометрія(хімічне споживання кисню ХСК), титриметрія (загальна твердість), вміст СО₂.

Для дослідження було обрано використати п'ять різних джерел:

1. Озеро Чеха
2. Річка Псел
3. Блакитне Озеро
4. Річка Ганнівка
5. Річка Псел

Відбір проби річки Псел відбувався в двох місцях.

2.2.1 Визначення ОВП

Окисно-відновний потенціал (ОВП, або редокс-потенціал) - це величина, що вимірюється в мілівольтах (мВ) і характеризує тенденцію речовини до окиснення чи відновлення.

Метод редоксиметрії - це метод електрохімічного аналізу, який вимірює редокс-потенціал середовища. Редоксиметрія базується на визначенні потенціалу, який виникає на межі поділу двох різних електродів, занурених у досліджуване середовище.

Для визначення ОВП використовується редоксиметр. Перед початком роботи необхідно підготувати скляний електрод, тобто витримати його 8 годин в 0,01N розчині хлоридної кислоти, та після витримки промивають декілька разів дистильованою водою. Також необхідно прокалібрувати прилад декількома буферними розчинами.

Електроди редоксиметра занурюються в досліджувану пробу, один електрод(референтний) допомагає створити сталий потенціал відносно зразка, інший – робочий – реагує з речовинами в зразку і вимірює потенціал окиснення-відновлення.

Після занурення електродів необхідно зачекати деякий час для того, щоб встановити рівновагу потенціалу. Як рівновага буде встановлена фіксуються значення.

Для гарної агрегації природних вод значення ОВП повинно складати 150%250 мВ.

2.2.2 Визначення методом іон-селективної потенціометрії нітрат-іонів.

Іон-селективна потенціометрія є електрохімічним методом аналізу, який використовується для визначення активності окремих іонів у розчинах. У нашому випадку ми зосередимося на нітрат-іонах (NO_3^-). Цей метод використовує спеціальний електрод, який відреагує в основному на конкретний вид іонів, забезпечуючи високу селективність.

Обладнання необхідне для проведення досліду: мілівольтметр, електрод-порівняння, нітрат селективний електрод, аналітичні лабораторні ваги, сушильна шафа, колби з міткою на 50мл, скляні стакани на 50 мл, піпетки на 10мл, скляні воронки, колба на 250 мл з міткою.

0,1 М розчин KNO_3 , розчин готують із 2,527 г KNO_3 , попередньо висушеного при 105°C у сушильній шафі до постійної маси, розчиняють в дистильованій воді в мірній колбі на 250 мл та доводять об'єм дистильованою водою до мітки на колбі.

Для визначення нітрат-іонів необхідно виконати наступні кроки:

В першу чергу необхідно відкалібрувати іон-селективний електрод, для цього використовується декілька стандартних розчинів з різною концентрацією нітрат-іонів. Глибина занурення електродів і швидкість перемішування повинні бути однаковими у всіх вимірах. Записується також потенціал, який вимірюється в кожному розчині і будується калібрувальна крива, яка відображує потенціал проти логарифма концентрації нітрат-іонів

Далі вимірюється потенціал обраної проби поверхневих вод, відбирається 10 мл в стакан об'ємом 50 мл. Іон-селективний електрод занурюється в пробу. Необхідно дати системі деякий час, для того щоб досягти стабільного потенціалу

на електроді. Для кожної концентрації проводять по три паралельних вимірювання потенціалу і за результат обирається середнє арифметичне значення. Будують калібрувальний графік, залежності ЕРС у мВ від рNO₃ на основі виміряних стандартних розчинів або знаходять З₀ за методом найменших квадратів досліджуваний рNO₃ та розраховують С(NO₃⁻) у мг/дм³.

2.2.3 Визначення методом іон-селективної потенціометрії хлорид-іонів.

Для визначення хлорид-іонів (Cl⁻) методом іон-селективної потенціометрії використовується спеціальний електрод, чутливий до хлорид-іонів.

Метод іон-селективної потенціометрії для визначення концентрації хлорид-іонів широко застосовується в екологічних дослідженнях, контролі якості води, медицині та інших галузях. Цей метод простий, швидкий, економічний та досить точний, що робить його корисним для аналізу різноманітних матриць, таких як питна вода, стічні води, ґрунт, продукти харчування та біологічні матеріали.

З обладнання використовується: пристрій для вимірювання величини електродного потенціалу, хлорсрібний електрод (електрод порівняння), хлорид-селективний електрод, аналітичні лабораторні ваги, сушильна шафа, колби із міткою на 50 мл, скляні стакани на 50 мл, піпетки на 10 мл, скляні воронки, колба на 250 мл з міткою.

Першим проводиться калібрування приладу за допомогою розчинів вже з відомою концентрацією хлорид-іонів. Готуються розчини амоній хлориду із різними концентраціями від $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³, далі в розчин занурюються електроди і проводиться вимірювання потенціалу градувальних розчинів від меншої концентрації. В склянку встановлюється магнітна мішалка, занурюються електроди в розчини. Далі для отримання результатів необхідно деякий час зачекати щоб, система досягла стабільного потенціалу, результати записуються.

Час встановлення залежить від концентрації хлорид-іонів та температури градувальних розчинах і становить від декількох секунд до двох хвилин.

Для кожного розчину виконується три виміри, і береться за результат середнє арифметичне. Градувальну залежність встановлюють в координатах: значення pCl градувальних розчинів ($pCl = -\lg[Cl^-]$, де $[Cl^-]$ – концентрація хлорид-іонів, моль/дм³) – відповідні їм значення потенціалу, мВ. На основі цього будують встановлюють градувальну залежність.

Далі для виконання досліду, досліджуваний розчин в об'ємі 10мл вносять в стакан об'ємом 50 мл. В стакан встановлюється магнітна мішалка, занурюються електроди, та очікується час встановлення рівноважного значення потенціалу та записується показання приладу.

Для обробки результатів будується калібрувальний графік, залежності ЕРС у мВ від pCl на основі виміряних стандартних розчинів.

2.2.4 Визначення рН методом потенціометрії.

Метод потенціометрії заснований на вимірюванні різниці потенціалів, що виникають на кордонах між зовнішньою поверхневою скляної мембрани електрода та досліджуваним розчином.

Визначення водневого показника (рН) методом потенціометрії використовує спеціальний електрод, здатний вимірювати активність водневих іонів (H⁺) у розчині. Найпоширенішим електродом для визначення рН є скляний електрод, який містить тонку скляну мембрану, чутливу до водневих іонів.

ГДК значення рН природніх поверхневих вод для господарсько-питного та культурно-побутового призначення складає не нижче 6,5 та не вище 8,5.

Для аналізу буде використане обладнання : потенціометр з магнітною мішалкою зі скляним і хлорсрібним електродом. Перед початком дослідження електроди обов'язково промивають дистильованою водою. Скляний електрод необхідно прокалібрувати буферними розчинами.

Перед початком роботи на рН-метрі необхідно провести калібрування за допомогою 2-3 буферних розчинів. В стакан із буферним розчином поміщаються скляний і хлорсрібний електроди так, щоб розчин повністю вкривав кульку скляного електроду. Також вимірюється значення температури. Після включення приладу необхідно щоб минуло 2-3 хвилини від початку роботи і фіксується значення рН, вимір повторюється декілька разів. Якщо значення збігаються, то потенціал електрода вважається сталим. Далі всі дії повторюються для інших буферних розчинів. Перед початком нового виміру електроди ополіскуються дистильованою водою.

Для виміру досліджуваної проби проводяться такі ж самі дії як і в калібруванні. В скляний стакан 50 мл вноситься досліджувана проба, вміщується магнітна мішалка та хлорсрібний і скляний електроди. Вмикається потенціометр, та після 2-3 хвилин знімаються показання з приладу.

2.2.5 Визначення хімічного споживання кисню методом Кубеля.

Метод Кубеля — це титрометричний метод визначення хімічного споживання кисню (ХСК), який базується на окисленні органічних речовин дихроматом калію ($K_2Cr_2O_7$) в середовищі концентрованої сульфатної кислоти (H_2SO_4) та титруванні nereагуючого дихромату калію. Ферум, сульфіді, нітрити слід визначати окремо, а результат, перерахований на окиснюваність, вчислити із знайденої величини окиснюваності води: 1 мг нітритів – 0,35 мг; 1 мг Fe^{2+} – 0,14 мг. ГДК ХСК(ПО) не повинно перевищувати 5 мгО/дм³.

Для аналізу в конічну колбу необхідно відібрати 50 мл досліджуваної води, розведеної вдвічі. Далі додається 2.5 мл сульфатної кислоти, попередньо розведеної в співвідношенні 1:3, 5 мл 0,01Н розчину калій перманганату.

Після отримання розчину його необхідно кип'ятити протягом 10 хвилин, потім додати 0,01 Н розчину $H_2C_2O_4$ в об'ємі 5 мл до знебарвлення розчину. Потім суміш титрується розчином $KMnO_4$ до появи слабо рожевого забарвлення.

Розрахунок ХСК в мг O₂/л виконується за формулою:

$$X = \frac{(a - b)k \cdot 0,25 \cdot E \cdot 1000}{V} = \frac{2000(a - b)}{V}$$

Де а – об'єм 0,01Н КМnO₄ витраченого на титрування, мл ;

б- об'єм КМnO₄, витраченого на титрування холостої проби, мл;

К- поправочний коефіцієнт до нормальності розчину калій перманганату;

V – об'єм проби взятої для аналізу;

E- еквівалент кисню,8.

2.2.6 Визначення загальної твердості титриметричним методом.

Загальна твердість води визначається як сума концентрацій кальцію (Ca²⁺) та магнію (Mg²⁺) у воді. Титриметричний метод визначення загальної твердості ґрунтується на комплексометричному титруванні, яке використовує ЕДТА (етилендіамінтетраоцтову кислоту) як титрант.

Загально жорсткість води в джерелах централізованого водопостачання допускається 7 ммоль/дм³, в окремих випадках до 10 ммоль/дм³. Вода при твердості 4 ммоль/дм³ вважається м'якою, 4-8 ммоль/дм³ – середньої твердості, 8-12 ммоль/дм³ твердою, більше 12 ммоль/дм³ дуже твердою.

Даний метод титрування базується на використанні ЕДТА для визначення Са та Mg в ґрунтових, поверхневих та питних водах. В стічних водах, морських даний метод не використовується, бо вони мають надмірну концентрацію металів що визначаються. Найменша концентрація яку можна визначити даним методом складає 0,05 ммоль/дм³.

Для проведення досліду буде використане таке обладнання: бюретка для титрування, хімічні стакани для титрування, мірний пальчик.

Реактиви: Буферний розчин NH₄Cl+NH₄OH який готується з 67,5г амоній хлориду розчиненого в 570 мл розчину аміаку 25%. Далі додається двонатрієва

сіль магнію ЕДТА ($C_{10}H_{12}N_2O_8Na_2Mg$) та доводиться дистильованою водою до 1000 мл. Якщо рН води не дорівнює 10 то розчин приготовлений не правильно.

Динатрієва сіль ЕДТА, стандартний розчин $C(Na_2ЕДТА)$ – 10 ммоль/дм³.

Еріхром чорний, індикатор.

Для проведення досліду спочатку відбирається 50 мл проби води у конічну колбу на 250 мл. Додається 4 мл буферного розчину NH_4Cl+NH_4OH та три краплі індикатору еріхрому чорного. Колір розчину повинен змінитися на пурпурово-червоний або фіолетовий. Коли розчин набуває по всьому об'єму червоний відтінок це і є кінцева точка титрування.

Далі проводиться титрування $Na_2ЕДТА$. Якщо споживання розчину ЕДТА менше ніж 4,5 мл тоді необхідно титрувати більшу порцію робочої проби, та пропорційно збільшити об'єм буферного розчину. Якщо споживання проби ЕДТА менша 20 мл, то титрують користуючись меншим об'ємом прби.

Загальний вміст Кальцію та Магнію після проведення титрування розраховують за рівнянням:

$$T_{\text{заг}} = \frac{C(Na_2\text{ЕТА}) \cdot V(Na_2\text{ЕДТА})}{V_a}$$

Де $T_{\text{заг}}$ – загальна твердість, ммоль/дм³

$C(Na_2ЕДТА)$ – концентрація розчину динатрієвої солі ЕДТА кислоти, ммоль/дм³

$V(Na_2ЕДТА)$ – об'єм динатрієвої солі етилендіамінтетраоцтової кислоти, що використовували під час титрування, мл

V_a – об'єм робочої частини проби (50 мл).

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Перед проведенням дослідження було взято 5 проб з різних водоймищ, а саме: озеро Чеха, річка Ганнівка, річка Псел (2 місця відбору), Блакитні Озера. Місце відбору проби проілюстровано на рисунку:

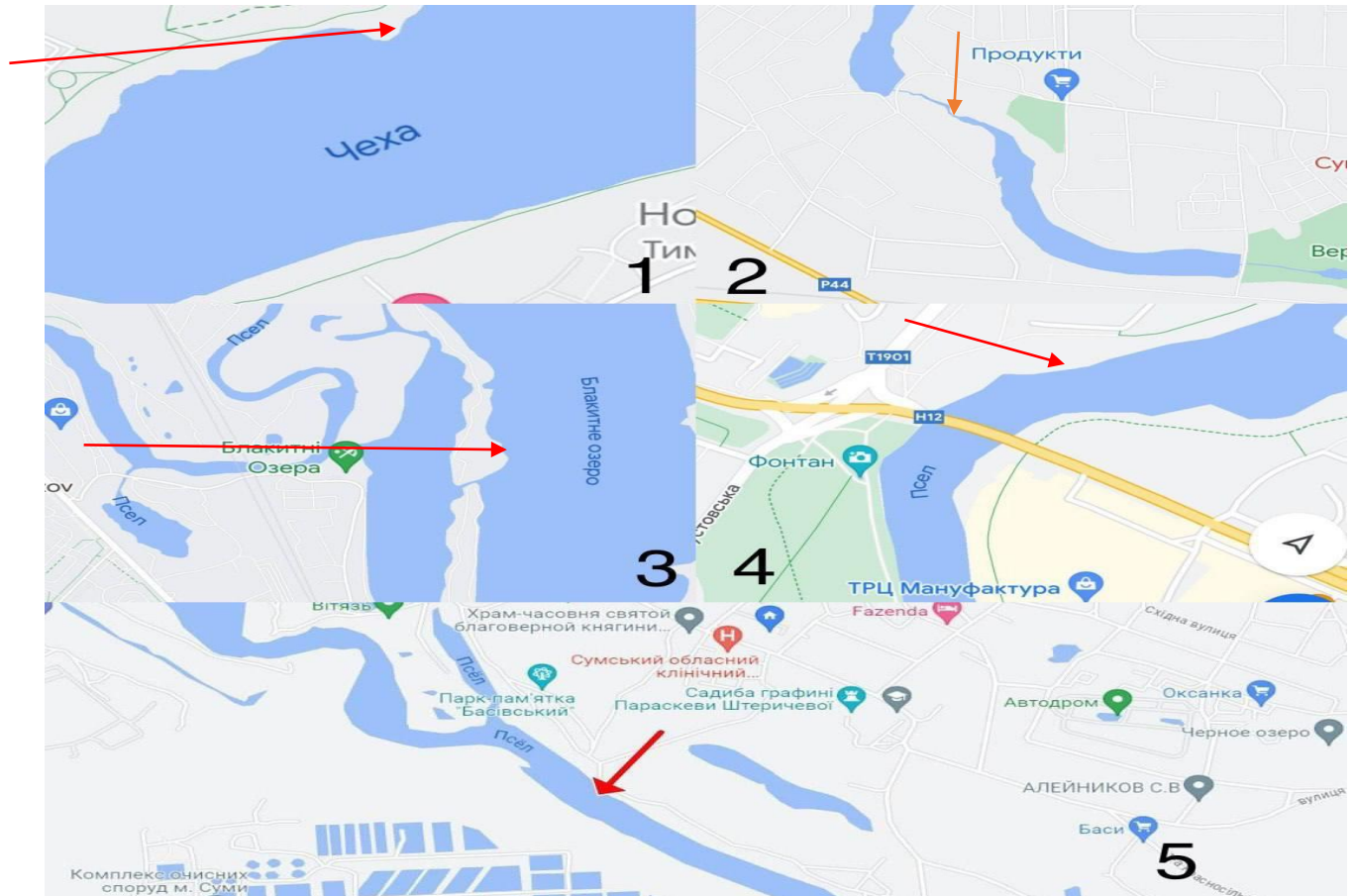


Рисунок 3. Точки відбору проб води: 1- озеро Чеха; 2- річка Ганнівка; 3- Блакитні Озера; 4- річка Псел(1); 5- річка Псел(2)

Після проведення всіх дослідів, було отримано такі дані,

№	Гідрохімічні характеристики (показники якості)	ГДК	Результати дослідження				
			О.Чех а	Р.Ганівк а	Р.Псе л	Блакитн і Озера	Р.Псе л (2)
1	рН	6,5-8,5	9,32	8,25	8,26	8,64	8,38
2	ОВП	400-700мВ	290,78	351,78	334,78	347,78	341,78
3	Загальний солевміст	1000 мг/л	436	274	471	416	463
4	Загальна концентрація солей	-	298	178	321	283	316
5	Загальна твердість	10 ммоль/л	7,06	4,4	7,06	5,7	6,9
6	ХСК	5,8мгО/л	5,04	1,92	2,56	2,64	2,4
7	Нітрати	45 мг/л	11,6	9,4	10,25	9,25	9,35

На основі проаналізованих та проведених результатів дослідження, можна зробити висновок, що не всі показники відповідають встановленим державним санітарним нормам, а саме це – рН.

рН води є одним із найважливіших показників якості води. Показник концентрації іонів водню несе в собі велике значення для хімічних та біологічних процесів, що відбувається в природних водах. Від значення рН

залежить життєдіяльність рослин, що знаходяться у воді, сталість різноманітних форм міграції елементів, дія води на метали та бетон. Також значення рН впливає на процеси перетворення форм біогенних елементів, змінює токсичність забруднюючих речовин. Також, якщо водневий показник більше ніж 8,5 – це свідчить про жорсткість води.

ВИСНОВКИ

1. За результатами огляду літературних джерел за темою дослідження, можна встановити, що проблема забруднення не є гостроактуальною, але потребує постійного контролю, так як значна кількість об'єктів гідросфери є джерелом зрошення для сільськогосподарських угідь.

2. При проведенні досліджень хімічними, та фізико-хімічними методами дослідження, а саме: редоксиметрія(ОВП), іон-селективна потенціометрія (NO_3^-), потенціометрія (рН), метод Кубеля(ХСК), титриметричний аналіз(загальна твердість), було встановлено, що отриманні данні не перевищують норми ГДК.

3. За результатами дослідження також встановлено, що поверхневі води річки Ганівка, Псел, озера Чеха та Блакитних озер не має незадовільної якості. Але стан водойм все рівно повинен бути контрольований гідрохімічними та гідрологічними методами.

Література

1. Кожин В.Ф. Очистка питної і технологічної води. Приклади і розрахунки. – М.: Стройиздат, 1971.– 303с.
2. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість оди: Підручник. – К.: Вища шк., 2005. – 671с.
3. Технологія водопідготовки. Лабораторний практикум для студентів напряму підготовки «Хімічна технологія» усіх форм навчання. / Автори: Г.С. Столяренко, Т.В. Клименко. ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 95 с.
4. Водопостачання та водовідведення: Конспект лекцій для студентів 1 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)» спеціальності «Водопостачання та водовідведення»/ Автор: Сорокіна К.Б.. - Харків: ХНАМГ, 2009. - 80 с.
5. Про Загальнодержавну цільову програму «Питна вода України» : Закон України від 20.10.2011 р. № 3933- VI // Відомості Верховної ради України. – 2005. № 15. – Ст. 243.
6. Директива 2000/60/ЄС Європейського парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23.10.2000 р.
7. Hansen, Wenke, Eleftheria Kampa, Christine Laskov and R. Andreas Kraemer (2002), Synthesis Report on the Identification and Designation of Heavily Modified Water Bodies (draft), Ecologic (Institute for International and European Environmental Policy), Berlin, 29th April 2002.
8. Owen, Roger, Willie Duncan and Peter Pollard (2002), Definition and Establishment of Reference Conditions, Scottish Environment Protection Agency, April 2002.
9. WFD CIS Guidance Document No. 10 (Mar 2003). Rivers and Lakes – Typology, Reference Conditions and Classification Systems (Керівний Документ

№10 ССВ ВРД Річки та озера – типологія, референційні умови, системи класифікації). Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, ISBN No. 92-894-5614-0, ISSN No. 1725-1087.

10. WFD CIS Guidance Document No. 9 (Dec 2002). Implementing the Geographical Information System Elements (GIS) of the Water Framework Directive (Керівний Документ №9 ССВ ВРД Впровадження Географічної Інформаційної Системи (ГІС) Водної Рамкової Директиви). Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, ISBN No. 92- 94-5129-7, ISSN No. 1725-1087.

11. WFD CIS Guidance Document No. 1 (Aug 2002). Economics and the Environment – The Implementation Challenge of the Water Framework Directive (Керівний Документ №1 ССВ ВРД Економіка та навколишнє природне середовище – проблема впровадження Водної Рамкової Директиви). Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, ISBN No. 92-894-4144-4, ISSN No. 1725-1087.

12. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу / В. В. Гребінь, В. Б. Мокін, В. А. Сташук, В. К. Хільчевський, М. В. Яцюк, О.В.Чунар'ов, Є. М. Крижановський, В. С. Бабчук, О. Є. Ярошевич К.: Інтерпрес ЛТД, 2013. – 55 с.

13. WFD CIS Guidance Document No. 2 (Dec 2002). Identification of Water Bodies (Керівний Документ №2 ССВ ВРД Ідентифікація Водних Тіл). Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, ISBN No. 92-894-5122-X, ISSN No. 1725-1087.

14. Офіційний вісник України, 2017 р., № 43, ст. 1342

15. Методика виконання вимірювань біохімічного споживання кисню (БСК₅) MBV 081/12-0014-01.

16. Методика виконання вимірювання (МВВ 081/12-0106-03) масової концентрації амоній-іонів у поверхневих, підземних та зворотних водах фотоколориметричним методом.

17. Вимірювання масової концентрації міді атомно-абсорбційним методом МВВ 081/12-0648-09.

18. Ghafouri, M. Spatial Analysis of Urban Stormwater Quality / M. Ghafouri, C.E. Swain // *Journal of Spatial Hydrology*. – 2004. – Spring Vol. 5. – No. 1. – P. 33–46.

19. Gnecco, I. Storm water pollution in the urban environment of Genoa, Italy / I. Gnecco, C. Berretta, L.G. Lanza, P. La Barbera // *Atmospheric Research*. – 2005. – Volume 77, Issues 1–4. – P. 60–73.

20. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [В.Д. Романенко, В. М. Жукинський, О.П. Оксіюк, А. В. Яцик та інші]. – К.: СИМВОЛ-Т, 1998. – 28 с.

21. Методика розрахунку коефіцієнта забрудненості природних вод: КНД 211.1.1.106-2003 Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі мінекоресурсів) / Затв. наказом Міністра екології та природних ресурсів України №89-М від 4 червня 2003 р. – Київ, 2003. – С. 25-30.

22. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод/ С. І. Сніжко. - К., 2001. -264 с.

23. Технічний звіт «Оцінка екологічного стану та контрольний моніторинг якості води в басейні Верхньої Тиси на ділянці українсько-румунського кордону відповідно до положень ВРД ЄС та вимог міжнародної комісії з охорони річки Дунай: фондові матеріали «Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса». – Ужгород, 2009. – 86 с.

24. ДСТУ ISO 5667-6-2001 Частина 6. Настанови щодо відбирання проб води з річок та інших водотоків. Частина 3. Настанови щодо зберігання та поводження з пробами

25. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of establishing a framework for Community action in the field of water policy/ OJ L 327, 22.12.01. – 2001.

26. Державне агентство водних ресурсів в Україні. Регіональний офіс водних ресурсів у Сумській області. URL: <http://sumyvodres.davr.gov.ua/upravlinnya/poslugi/> (дата звернення 27.03. 2018).

27. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: довідник / В.В. Гребінь та ін. Київ. Інтерпрес ЛТД, 2014. 164 с.

28. Стан підземних вод України: щорічник. Київ: Державна служба геології та надр України, державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2018. 121 с.

29. Корнус А.О. Ландшафтно-гідрологічне районування території Сумської області / А.О. Корнус, О.С. Данильченко // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Географія. 2015. №1. С. 49-56.

30. Development of methods for estimating the environmental risk of degradation of the surface water state / Rybalova, O., Artemiev, S., Sarapina, M., Shestopalov, O., Filenko, O. // EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies, Vol 2, No 10 (92) (2018).

ДОДАТКИ

Правила техніки безпеки під час роботи в лабораторії

Лабораторні заняття проводяться під керівництвом викладача та лаборанта. Перед початком лабораторних занять студенти проходять інструктаж з техніки безпеки, який оформлюється у спеціальному журналі. Крім того, під час кожної роботи вони одержують усний інструктаж від викладача.

Студенти несуть дисциплінарну відповідальність у разі недотримання вимог з охорони праці, техніки безпеки та протипожежної профілактики.

Працювати в лабораторії студенти повинні на постійному робочому місці тільки в халатах, застібнутих на всі гудзики. Волосся має бути підібране під косинку чи шапочку.

Під час виконання лабораторних робіт необхідно дотримуватися наступних *правил роботи з хімічними реактивами*:

1. Обережно поводитись з хімічними реактивами:

- уникати потрапляння цих речовин на руки, не торкатися ними обличчя та очей, після роботи руки слід ретельно вимити;
- не пробувати хімічні реактиви на смак;
- усі речовини слід нюхати дуже обережно, не нахиляючись над посудиною та не вдихаючи на повні груди, а спрямовуючи до себе пари чи газу рухом руки;
- не користуватися невідомими реактивами (без написів і етикеток);
- ніяких речовин з лабораторії *не можна брати додому*.

2. Реактиви для дослідів слід брати лише в тих кількостях, які зазначені в методиці. Сухі реактиви слід брати за допомогою шпателя, розчини – піпеткою, для кожного реактиву необхідно мати окремий шпатель або піпетку. Набирати отруйні та їдкі рідин в піпетки не ротом, а за допомогою гумової груші.

Подрібнювати сухі луги можна лише в запобіжних окулярах. Брати твердий луг тільки пінцетом або щипцями.

3. Надлишок реактиву не виливати і не висипати назад в посуд, з якого вони взяті; поміщати в посуд для зливу або спускати із струмом води в каналізацію.

4. Дотримуватися обережності в роботі з розчинами кислот, лугів й інших їдких рідин:

– готуючи розчини сірчаної кислоти необхідно лити концентровану кислоту у воду, а не навпаки, оскільки, внаслідок сильного місцевого розігрівання, можливе розбризування кислоти. Крім того необхідно користуватися тонкостінною склянкою або фарфоровим посудом;

– у разі попадання кислоти на шкіру або слизові оболонки спочатку промити уражене місце великою кількістю води, а потім розчином соди (гідрокарбонату натрію);

– у разі попадання лугу на шкіру або слизові оболонки спочатку промити уражене місце водою до тих пір, поки ділянка не перестане бути слизькою, а потім розчином оцтової кислоти.

5. Проведення дослідів у брудному лабораторному посуді забороняється.

6. Нагріваючи рідини, необхідно тримати пробірку отвором від себе і людей, що знаходяться поруч. Не нахилитися над посудом, в якому щось кипить чи в який наливається рідина, оскільки бризки можуть потрапити в очі.

7. Категорично забороняється нагрівати або охолоджувати будь-які розчини у герметично закритих місткостях, а також закривати колби з гарячою рідиною.

8. Переносити посуд з гарячою рідиною треба використовуючи рушник, тримаючи посудину обома руками: однією – за дно, іншою – за горловину. Великі хімічні стакани з рідиною потрібно піднімати лише двома руками так, щоб відігнуті краї склянки опиралися на вказівні пальці.

9. Роботу з леткими речовинами (етером, бенzenом, ацетоном та ін.), концентрованими лугами та кислотами проводити акуратно і під витяжною шафою, не зливати їх в каналізацію без попереднього розведення.

10. Роботу з легкозаймистими рідинами вести під витяжною шафою та подалі від нагрівальних приладів. У разі загорання спирту, ефіру та інших легкозаймистих рідин не гасити полум'я водою, а скористатися піском.

11. Обережно працювати зі скляним лабораторним посудом, що легко б'ється. Рештки побитого лабораторного скляного посуду слід ретельно змісти у спеціальний збірник. Сировину чи напівфабрикати, у які могли потрапити скляні уламки, необхідно викинути у спеціальний збірник.

12. Негайно прибрати усе пролите, розбите і просипане на столах або на підлозі в лабораторії:

– якщо кислота проллється на стіл або на підлогу, її слід нейтралізувати лугом або содою;

– меркурій, пролитий в результаті поломки приладів або розбитті термометрів, збирають за допомогою амальгамованих пластинок з міді або білої жести.

13. У дослідах з використанням електроприладів необхідно переконатися в їх справності, правильності підключення до електромережі та контуру заземлення. Під час виконання роботи не можна переносити увімкнуті електроприлади та залишати їх без нагляду. У разі перерви в подачі електроенергії всі пристрої мають бути негайно вимкнуті.

14. Після закінчення роботи в лабораторії необхідно вимкнути всі електроприлади, якими користувалися, витяжну шафу, воду, прибрати свої робочі місця та здати їх лаборантові або завідувачу лабораторії. Обов'язково ретельно вимити руки.

Про усі випадки відхилення від нормального ходу лабораторного зайняття, порушення даних правил, повідомляти передусім викладачеві, черговому лаборантові або завідувачеві лабораторією.

З метою протипожежної безпеки хімічна лабораторія забезпечена вогнегасниками, ящиками з піском, ковдрами. Необхідно знати, де знаходяться протипожежні засоби і порядок термінової евакуації з лабораторії під час пожежі.