

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка
Природничо-географічний факультет
Кафедра хімії та методики навчання хімії

Хоменко Віта Сергіївна

**ХІМІЧНИЙ СКЛАД ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РЕКРЕАЦІЙНОЇ ЗОНИ
БЛАКИТНИХ ОЗЕР**

Спеціальність: 014 Середня освіта (Хімія)

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Кваліфікаційна робота
на здобуття освітнього ступеню магістра

Науковий керівник

_____ М.М. Більченко

кандидат хімічних наук, доцент,
доцент кафедри хімії та методики
навчання хімії

« ____ » _____ 2020 року

Виконавець

_____ В.С. Хоменко

« ____ » _____ 2020 року

Суми 2020

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1.....	6
ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	6
1.1. Загальна характеристика водойм м. Суми.....	6
1.2. Формування хімічного складу поверхневих вод	7
1.3 Система моніторингу стану природних вод в умовах антропогенного навантаження.....	11
РОЗДІЛ 2	13
МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКИ АНАЛІЗУ	13
2.1. Відбір та пробопідготовка води.....	13
2.2. Потенціометричне визначення йонів F^- , Cl^- , NH_4^+ , NO_3^- - йонів та окисно-відновного потенціалу (ОВП).....	14
2.3. Визначення перманганатної окиснюваності природних вод (хімічне споживання кисню, ХСК).....	19
2.4. Визначення вмісту розчинних ортофосфатів методом	21
фотоколориметрії	
2.5. Визначення загальної твердості води	22
2.6. Фотоколориметричне визначення нітрит-іонів	23
2.7. Турбідиметричне визначення сульфатів.....	24
2.8. Атомно-абсорбційне визначення металів.....	25
2.9. Правила техніки безпеки під час роботи в хімічній лабораторії	26
РОЗДІЛ 3	27
ХІМІКО - ЕКОЛОГІЧНА ДІАГНОСТИКА ЯКОСТІ ВОДИ В ОЗЕРНІЙ СИСТЕМІ «БЛАКИТНІ ОЗЕРА»	28
3.1. Фізико - географічна характеристика Блакитних озер.....	27
3.2. Оцінка якості вод в рекреаційній зоні Блакитних озер в умовах антропогенної дії.	28
ВИСНОВКИ.....	38
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	39

ВСТУП

Актуальність. Серед найважливіших сучасних проблем в галузі охорони природних ресурсів центральне місце займає проблема охорони та відновлення водних об'єктів. Водні ресурси це категорія і природна і соціально - економічна. Водні ресурси є складовою частиною природно-ресурсного потенціалу і умовою соціально-економічного розвитку країни та регіонів [2; 24; 29].

Природні води це динамічні хімічні системи, вони є складним комплексом розчину газів, мінеральних та органічних речовин. В процесі кругообігу води на землі, що об'єднує гідросферу з атмосферою, літосферою і біосферою, відбувається формування хімічного складу води. Взаємодіючи з усіма компонентами природного ландшафту, природна вода збагачується широким спектром різноманітних речовин в газоподібному, твердому і рідкому стані [27].

Вивчення кількісного і якісного хімічного складу води, дозволяє визначити можливість її практичного застосування. Значення гідрохімічних досліджень зростає у зв'язку зі збільшенням забруднення поверхневих вод. Знання хімічного складу природних вод має велике практичне значення у системі моніторингу стану довкілля. Хімічний склад необхідно враховувати при використанні води для всіх видів водопостачання та водокористування [24]. Одним із основних завдань хімічної екології і складовою екологічної безпеки є моніторинг об'єктів довкілля, в тому числі – моніторинг хімічного складу поверхневих вод річок та озер, який здійснюється з метою реєстрації стану природних систем, його прогнозування, надання інформації для своєчасного попередження негативних змін навколишнього середовища. Водночас моніторинг довкілля – це система спостережень і контролю за станом природних і антропогенних ландшафтів, процесами та явищами, що в них відбуваються, з метою раціонального використання природних умов і природних ресурсів та їх охорони.

Водні ресурси є важливою складовою практично усіх матеріалоємних виробництв, є джерелом забезпечення побутових та господарських потреб людини. Водні об'єкти в межах населених пунктів активно використовуються як зони відпочинку і відіграють велику роль у культурно-оздоровчій діяльності людей [2; 33].

У межах міста Суми суттєве значення у культурно-оздоровчій сфері мають річка Псел, озеро Чеха, озеро Вітязь та Блакитні озера.

За результатами моніторингових досліджень якості (хімічний склад) природних вод у Сумській області, досягає критичного рівня, а саме, спостерігається порушення допустимих концентрацій (ГДК) хімічних і біогенних компонентів. В зоні особливої уваги є водні об'єкти у містах та на рекреаційних територіях. Саме тому має здійснюватись моніторинг водних об'єктів з метою визначення джерел забруднення [12; 13].

Місто Суми є одним із центрів хімічної промисловості, мешканці міста активно використовують водні ресурси як зони відпочинку, тому проблема якості природних вод є нагальною для даної місцевості. Об'єктом нашого дослідження є поверхневі води Блакитних озер, які є місцем активного відпочинку населення міста.

Проведення дослідження по визначенню хімічного складу води Блакитних озер є додатковою можливістю для отримання об'єктивної інформації про рівень та тенденції антропогенного впливу на якість води.

Дослідження виконані в межах планових робіт колективної науково-дослідної теми кафедри хімії та методики навчання хімії «Хіміко-екологічний моніторинг річкових басейнів Сумської області».

Мета дослідження: оцінка якості поверхневих вод Блакитних озер за гідрохімічними показниками.

Завдання дослідження:

1. За результатами літературного аналізу дати загальну характеристику водних ресурсів м. Суми.

2. Виконати посезонний хімічний аналіз зразків води Блакитних озер для визначення гідрохімічних показників якості води.
3. Визначити у воді Блакитних озер вміст сполук важких металів.
4. За результатами дослідження зробити оцінку рівня забруднення води Блакитних озер та надати можливі рекомендації щодо проведення водоохоронних заходів.

Об'єкт дослідження: стан забруднення поверхневих вод Блакитних озер.

Предмет дослідження: хімічний склад поверхневих вод Блакитних озер та його відповідність державним санітарним нормам і стандартам.

Методи дослідження:

1. Потенціометричний метод – визначення концентрації Cl^- , NH_4^+ , NO_3^- йонів та окисно-відновного потенціалу (ОВП, Eh);
2. Оптичні методи: турбідиметрія (визначення вмісту SO_4^{2-}), фотоколометрія (визначення вмісту PO_4^{3-} та NO_2^-);
3. Методи титриметричного аналізу: комплексонометрії – встановлення загальної твердості води; перманганатометрія – визначення хімічного споживання кисню;
4. Атомно-абсорбційна спектрофотометрія – визначення вмісту важких металів.

Наукова новизна полягає в узагальненні результатів експериментального дослідження стану забруднення води Блакитних озер.

Практичне і теоретичне значення: результати гідрохімічного дослідження можуть бути використаними: в системі моніторингу стану водних ресурсів та об'єктів довкілля Сумщини; в школі на уроках хімії, та екології; на позакласних заходах хіміко-екологічного характеру.

Апробація результатів дослідження. Результати роботи доповідалась на III Всеукраїнській науковій конференції студентів та молодих учених «Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії», 20 квітня 2020 року. Результати дослідження опубліковані у збірнику наукових праць «Природничі науки», 2020.

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Загальна характеристика водойм м. Суми

На території Сумської області нараховують 1543 річок із загальною довжиною 8020 км. Також в річкову систему української області включена одна велика річка – Десна, котра знаходиться в Шосткинському й Середино-Будському районах, її площа становить 10860 км², вона охоплює 45,6% області, тобто майже половину. Останній зазначений водний об'єкт протікає по межі Сумської й Чернігівської областях на ділянці довжиною 37 км [9].

Кількість середніх, за розмірами, річок на території Сумської області складає 6, до них входять: Сейм (площа водозбору 6408 км²), Псел (площа водозбору 5580 км²), Сула (площа водозбору 4440 км²), Ворскла (площа водозбору становить 2970 км²), Клевень (площа водозбору 2102 км²) і Хорол (площа водозбору 564 км²). Загальна довжина середніх річок у межах області складатиме 801 км [9].

У місті Суми знаходяться водойми різного типу. Це гідро кар'єр Блакитні озера, річка Псел, малі ріки Сумка і Стрілка, безіменні струмки, озеро Чеха, озерна система Блакитні озера, озеро Витязь, різні ставки та маленькі водойми. Для кожних з них характерні свої гідрологічні характеристики, але основними факторами постійного негативного впливу на водні об'єкти можна виділити такі: надходження поверхневого стоку від виробничих майданчиків підприємств та території міста без очищення, господарська діяльність у межах прибережних смуг, надмірне рекреаційне навантаження.

Також на території міста Суми поверхневі стоки відводяться мережею колекторів дощової каналізації через організовані випуски до річок Сумка, Псел та Стрілка. Очисні споруди встановлено на випусках зливної каналізації у р. Сумка по вул. Білопільський шлях та по вул. Нижньохолодногірській. Ці споруди знаходяться в не гарному стані. Екологічний стан водойм у значній

мірі визначається станом і їх прибережних смуг. Прибережні смуги всіх внутрішніх водойм у місті потребують постійних заходів щодо покращення їхнього санітарного стану. Береги водойм постійно забиваються відходами, і при опадах та коли піднімається вода, сміття потрапляє у воду, чим знижує показники якості водних ресурсів Сум.

1.2.Формування хімічного складу поверхневих вод.

При формуванні хімічного складу природної води виділяють прямі і непрямі, головні та другорядні фактори, що безпосередньо можуть впливають на склад розчинених у воді компонентів.

Прямі це такі фактори, які безпосередньо впливають на хімічний склад води і зв'язані з хімічним складом контактуючих з водою речовин - мінерали, гірські породи, ґрунти і ін.

Непрямими факторами називають такі які впливають на склад природних вод за посередництвом прямих факторів; до них відносять температуру, тиск та інші.

Головні фактори визначають вміст головних аніонів і катіонів, їх класифікують по таблиці О. А. Алекина)[2].

Другорядні фактори спричиняють появу деяких особливостей у воді кольор, запах й ін., але не впливають на її клас і тип.

На формування складу природних вод за характером впливу всі фактори поділяють на 5 груп;

- 1) фізико-географічні (рельєф, клімат.);
- 2) геологічні (вид гірських порід та ін.);
- 3) антропогенні (склад стічних вод, склад твердих відходів та ін.);
- 4) фізико-хімічні (хімічні властивості сполук, кислотно-основні й окислювально-відновні умови та ін.);
- 5) біологічні (діяльність живих організмів);

Хімічні інгредієнти природних вод поділяють на п'ять груп:

1. Розчинені гази - CO_2 , H_2S , CH_4 .

2. Головні йони (сольові компоненти) – HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} .

3. Біогенні елементи – NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-

4. Мікроелементи – Mn , Cu , Zn , Co , Mo (біоматеріали), Ni , Cr , Cd , Pb , Hg , F .

5. Органічні речовини – органічний вуглець, білки, аміни, амінокислоти, пестициди та інші органічні сполуки які мають природне та антропогенне походження[5].

У природних водах ці інгредієнти міститися у вигляді зависей, колоїдних та розчинених форм. Наявність хімічних інгредієнтів зумовлюють певні фізичні, фізико – хімічні, біологічні та органолептичні властивості води. Вони також є показниками якості породної води. Але найважливішими показниками є питома вага (густина) води, її прозорість, колір, каламутність, запах, смак, рН, окисно – відновний потенціал (E_h), електропровідність та біохімічне споживання кисню.

Органолептичні показники води:

Наявність запаху, його поділяють на дві групи:

1) природне походження: землистий, трав'яний, болотний, дерев'янистий, ароматичний, торф'янистий, гнильний, рибний, запах цвілі, сірководневий тощо;

2) штучне походження: хлорний, оцтовий, фенольний, бензиновий.

Інтенсивність запахів визначають за п'ятибальною шкалою:

0 – запаху немає;

1 – дуже слабкий;

2 – слабкий;

3 – помітний;

4 – чіткий або виразний;

5 – дуже сильний.

Прозорості води:

Прозорість залежить від кількості та ступеня дисперсності зависей, виражають у сантиметрах водяного стовпа, крізь які можна побачити лінії завтовшки 1мм, що утворюють хрест або шрифт.

Забарвленість - характеризує інтенсивність забарвлення води, яке зумовлює вміст забарвлених органічних речовин [9].

Каламутність – показник, що характеризує природну властивість води, зумовлену наявністю у воді завислих речовин органічного і неорганічного походження (глини, мулу, органічних колоїдів, планктону тощо).

Смак і присмак – характеризує здатність хімічних речовин після взаємодії зі слиною подразнювати смакові рецептори язика чим зумовлюють неприємне відчуття [37].

Значення водневого показника (рН) впливає на формування хімічного складу води, умови існування організмів та процеси окиснення, відновлення. В залежності від кислого, лужного чи нейтрального стану води може повністю змінюватися гідрохімічний режим будь-якої водойми, наявність та кількість солей, вміст кисню та вуглекислого газу.

Хімічний склад природних вод умовно розподіляють на 6 основних груп [24;34]:

1) розчиненні гази – кисень (O_2), сірководень (H_2S), карбон(IV)оксид (CO_2), метан (CH_4) тощо;

2) головні іони, до них відносять: гідрокарбонати (HCO_3^-), карбонати (CO_3^{2-}), натрій (Na^+), калій (K^+), кальцій (Ca^{2+}), магній (Mg^{2+}), сульфати (SO_4^{2-}), хлориди (Cl^-);

3) біогенні елементи – це ті хімічні інгредієнти, що входять до складу живих організмів та беруть участь у різноманітних біохімічних реакціях у ньому, до них входять: йони амонію (NH_4^+), нітрит-йони (NO_2^-), нітрат-йони (NO_3^-), нітроген органічний ($N_{орг}$), йони Феруму (Fe^{2+} , Fe^{3+}), фосфат-йони (PO_4^{3-}), поліфосфати й фосфор органічний ($P_{орг}$), ортосилікати (SiO_3^{2-});

4) четверту групу хімічного складу природних вод складають мікроелементи, доцільніше її поділити на 2 підгрупи:

а) біогенні мікроелементи – хімічні інгредієнти, котрі входять до живих організмів та мають дуже мізерний вміст, виконують роль біохімічні ролі в живих організмах (рецепторну, ферментативну, вітамінну)[1], до них належать наступні іони: Кобальт, Цинк, Манган, Купрум, Молібден;

б) мікроелементи – це елементи, котрі в більшості випадків є джерелами забруднення природних вод, до них відносять іони: фторид (F^-), Нікелю, Кадмій, Плюмбум, Гідраріум, Хром тощо.

5) органічні речовини – органічні сполуки, які належать до органічних кислот, складних ефірів, гумусових речовин, органічних азотовмісних і фосфоровмісних сполук (білків, амінокислот, амінів тощо);

6) забруднювальні речовини: пестициди, СПАР, феноли, нафта і нафтопродукти тощо.

Загальна твердість - властивість води, зумовлена наявністю в ній розчинених солей кальцію та магнію (сульфатів, хлоридів, карбонатів, гідрокарбонатів тощо). Вода з твердістю до 4 ммоль/дм³ характеризується як м'яка, від 4 до 8 ммоль/дм³ - середньої твердості, від 8 до 12 ммоль/дм³ - тверда, більше 12 ммоль/дм³ - дуже жорстка. Крім того в окремих галузевих нормативних документах нормується вміст у водах сполук різних специфічних хімічних елементів.

На фізичні властивості та хімічний склад води впливає катіонний обмін який є результатом взаємодії дрібнодисперсної (глинистої) частини гірських порід з водним розчином[29].

На формування хімічного складу природної води суттєво впливає антропогенний фактор, результат техногенної та культурно-побутової діяльності людини. До антропогенних чинників належать усі фактори, котрі створюють зміну природних об'єктів у якісних та кількісних формах через втручання людської діяльності в природний баланс. За характером впливу вони поділяються на хімічні, фізичні та органічні.

Хімічний вплив – це надходження до водних об'єктів речовин разом зі стічними водами із атмосфери, а також з інших джерел, котрі генерують зміну природного хімічного складу вод. Фізичний вплив – це зміна фізичних параметрів (температури, Eh тощо) [29].

Органічні забруднення впливають на зміну сталості природної води, через появі у водному об'єкті речовин рослинного й тваринного походження (залишки рослин, овочів, плодів, тканин тварин, клейових речовин тощо), а також частково техногенні речовини [29].

Наведені впливи характеризуються зміною кількісного та якісного стану водного об'єкту на відміну від початкового(незайманою), яка була зміненою під впливом людської діяльності. Саме дана сукупність і характеристика змін якісного та кількісного складу природного водного об'єкту називають «антропогенним забрудненням».

Таким чином, антропогенний фактор людської «руки» здатний викликати: підвищення (чи зниження) концентрації тих чи інших компонентів природних вод, наявних у незабруднених водах; зміну направленості природних гідрохімічних процесів; збагачення вод речовинами, чужорідними для даного природного водного об'єкту.

1.3 Система моніторингу стану природних вод в умовах антропогенного навантаження.

Для повного уявлення про поведінку речовин в природному середовищі необхідний моніторинг [30; 34].

Моніторинг – система спостереження, контролю та управління за станом навколишнього середовища. Складається з трьох основних ступенів: спостереження, оцінки стану та прогнозу можливих змін. Сама назва “моніторинг” походить від латинського слова “монітор”, що означає “той, що дивиться вперед”, “попередження”. Управління станом навколишнього середовища потребує контролю за його змінами, на основі яких можливо не допустити погіршення його якості.

Також розрізняють чотири основні рівні моніторингу навколишнього середовища: глобальний, національний, регіональний, локальний. Кожен з яких визначається своїми розмірами. Глобальний моніторинг – це служба спостереження за рівнем забруднення тих чи інших елементів біосфери і за порушеннями екологічної рівноваги в межах всієї планети. Регіональний пов'язаний зі спостереженнями в лише конкретного регіону, локальний – в межах певного об'єкту навколишнього середовища. В умовах швидкого зростаючого антропогенного впливу на довкілля заповідання є найефективнішим засобом збереження природних комплексів.

Ландшафтна структура ПАК Блакитних озер як складного урочища представлена літоральним підурочищем (36,3% від загальної площі), сформованим на алювіальних пісках та супісках з видовим різноманіттям надводних і підводних макрофітів (рогоз, ситник, осока, очерета, та ін.) та субліторальним підурочищем (63,7% від загальної площі), сформованим на відкладах сапропелю, що підстелюються алювіальними пісками. У кожному підурочищі виділено по дві аквафації. Вони представлені органогенно-глинисто-залізистими різновидами. Середнє значення показників якісної характеристики сапропелів: зольність - 35,7%, кислотність - 6,32, Fe_2O_3 - 6,28%, CaO - 5,71%[14].

Потрібно обґрунтувати межі заповідної, буферної та рекреаційної зони та провести радіоекологічне обстеження озерно-болотних систем та донних відкладів озерних водойм та якості води. Тільки у поєднанні зусиль представників наукових кіл, влади, місцевих громадських організацій можна берегти унікальну природу Сумщини та його озерну систему.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКИ АНАЛІЗУ

2.1. Відбір та пробопідготовка води.

Відбір проб води та пробопідготовка є важливий етап під час проведення досліджень стану поверхневих вод.

Похибки, що виникають внаслідок неправильного відбору проби, надалі виправити не можна. Умовно води, що підлягають аналізу, можна розділити на наступні типи: підземні (ключові і колодязні), поверхневі (ручні, озерні, болотні, морські), стічні (побутові, атмосферні, промислові). Всі вони розрізняються як за кількістю та природи домішок, так і по своєму використанню. Тому умови їх відбору проб вельми різноманітні і регламентуються відповідними державними та міжнародними стандартами.

Існують загальні положення до відбору проб:

Відбір проб проводять для:

- дослідження якості води для прийняття коригувальних заходів при виявленні змін короткочасного характеру;
- дослідження якості води для встановлення програми досліджень або виявлення змін довгострокового характеру;
- визначення складу і властивостей води за показниками, регламентованим в нормативних документах;
- ідентифікації джерел забруднення водного об'єкта [7].

Об'єм взятої проби повинен відповідати встановленим в нормативних документах на метод визначення конкретного показника з урахуванням кількості визначених показників і можливості проведення повторного дослідження. При цьому для отримання однієї проби, що відбиває склад і властивості води в даній точці відбору, допускається неодноразово відбирати воду в цій точці відбору за максимально короткий період часу [6].

Відбір проб з річок та струмків: усереднену пробу води, зазвичай беруть в місцях де найбільш сильна течія. Проби води відбираються на глибині 20 - 30 см під поверхнею) [6].

Для відбору проб води використовують чистий, безбарвний скляний або поліетиленовий посуд. Перед відбором проби посуд кілька разів обполіскують досліджуваною водою. Бажано використовувати ретельно вимиті скляні або поліетиленові пробки, коркові або гумові пробки попередньо кип'ячені в дистильованій воді або обгорнуті поліетиленовою плівкою [37].

Крім того необхідною умовою відбору та зберігання проб води є їх консервація, що має на меті збереження компонентів, визначених у воді, збереження її вихідних на момент взяття проби.

Ряд визначень необхідно виконувати на місці відбору проби або фіксувати присутні у воді сполуки, так як вони можуть змінитися при значному розриві в часі між взяттям і аналізом проби, при неможливості досліджувати воду відразу, були встановлені, для відповідних показників, терміни їх консервування [7].

Для визначення фосфатів, нітратів, хлоридів, флуоридів, сульфатів, значення рН тощо, використовують прозору скляну чи пластикову тару. Тару і пробки перед заповненням споліскують водою, що відбирається, не менше трьох разів. Перед кінцевим заповненням бажано пропустити через ємність кілька об'ємів води, що відбирається [42]. Проби води для визначення флуоридів допускається зберігати місяць.

2.2. Потенціометричне визначення йонів Cl^- , NH_4^+ , NO_3^- - іонів та окисно-відновного потенціалу (ОВП).

Потенціометричний метод аналізу ґрунтується на залежності електрорушійної сили електрохімічної (потенціометричної) комірки від активності (концентрації) речовини у досліджуваному розчині.

Потенціометрична комірка це гальванічний елемент, який складається із двох електродів, які занурені в один і той же або два різних за складом розчини [37].

Визначення Cl^- , F^- , NO_3^- , NH_4^+ - йонів проводяться на йономірах з відповідними йонселективними електродами. Попередньо здійснюють калібрування приладів за стандартним розчинами із відомою концентрацією з урахуванням, що:

$$\text{pX} = -\lg C_{\text{M}}(\text{X}),$$

$$C(\text{X}) = C_{\text{M}}(\text{X}) \times M(\text{X}), \text{ мг/л.}$$

Флуоридний електрод має форму циліндра і відноситься до твердоконтактних електродів із полікристалічною йонселективною мембраною на основі LaF_3 .

Стандартні розчини для визначення флуоридів готували із NaF 2,112 г якого розчинили у 0,5 літра дистильованої води. Концентрація в одержаному розчині становила 0,1 моль/л. Робочі розчини з вмістом флуоридів $10^{-2} - 10^{-5}$ моль/л, готували розведенням основного дистильованою водою.

Визначення нітрат-іонів методом йон-селективної потенціометрії

Сутність методу : метод заснований на прямому визначенні нітрат-іонів із використанням йон-селективного електроду. Даний метод дозволяє визначити нітрат-іони в мінеральних водах будь-якої мінералізації при отриманих їх від 10 до 70 мг/дм³ із відносною похибкою у 10% . ГДК нітрат-йонів в природній воді для господарсько-питного та культурно-побутового призначення складає 45 мг/дм³ [23, 31, 32].

Обладнання : пристрій для вимірювання величини електродного потенціалу (мілівольтметр), електрод-порівняння, нітрат-селективний електрод, ваги лабораторні аналітичні, 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.

Реактиви : 0,1 М розчин NH_4Cl , розчин готують із 2,527 г KNO_3 , попередньо висушеного при 100 °С 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.

Встановлення градувальної залежності. У склянки із фіксованою міткою об'ємом 50 мл готують розчину нітрату калію із концентрацією $1 \cdot 10^{-2}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³. Далі склянки встановлюють на магнітну мішалку, занурюють в розчин електроди і проводять вимірювання потенціалу в градувальних розчинах від меншої концентрації NO_3^- $1 \cdot 10^{-2}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-5}$ моль / дм³. Глибина занурення електродів і швидкість перемішування повинні бути однаковими у всіх вимірах. Показання приладу записують після встановлення постійного значення потенціалу. Час його встановлення залежить від концентрації нітрат-іонів та температури в градувальних розчинах і становить від декількох секунд до хвилин.

Для кожної концентрації градувального розчину проводять по три паралельних вимірювання потенціалу і за результат приймають середнє арифметичне. Градувальну залежність встановлюють в координатах: значення $p\text{NO}_3$ градувальних розчинів ($p\text{NO}_3 = -\lg[\text{NO}_3^-]$, де $[\text{NO}_3^-]$ - концентрація нітратів-іонів, моль/дм³) – відповідні їм значення потенціалу, мВ. На основі цього будують встановлюють градувальну залежність. Залежність встановлюють перед кожною серією визначень, а також при заміні вимірювального або допоміжного електродів [13, 34].

Виконання вимірювання. 10 мл аналізованої проби вносять в стакан об'ємом 50 мл,. Стакан встановлюють на магнітну мішалку, занурюють в розчин електроди, очікують встановлення рівноважного значення потенціалу і записують показання приладу.

Після закінчення вимірювання потенціалу електроди відмивають дистильованою водою. Відмивання електродів відбувається досить швидко при триразовою заміні дистильованої води.

Температура аналізованої проби повинна бути однаковою з температурою розчинів при встановленні градувальної залежності.

Обробка результатів. Будують калібрувальний графік, залежності ЕРС у мВ від pNO_3 на основі вимірюваних стандартних розчинів або знаходять за методом найменших квадратів досліджуваній pNO_3 та розраховують $C(NO_3^-)$ у $мг/дм^3$ [34].

Визначення йонів амонію методом йон-селективної потенціометрії.

Нітрати є кінцевим продуктом мінералізації органічних азотовмісних речовин, їх вміст у воді, як правило, значно перевищує вміст амонійного і нітритного Нітрогену [1]. У незабруднених водних об'єктах концентрація нітратного азоту зазвичай не перевищує десятків мікрограмів на дециметр кубічний. Для нітратів характерно зменшення вмісту в вегетаційний період за рахунок споживання водоростями і збільшення восени при відмирання водних організмів і мінералізації органічних речовин. Максимальний вміст нітратів спостерігається в зимовий період [31; 32; 47; 50].

Сутність методу : за основу визначення покладено вимір потенціалу електроду, селективного до йону амонію. За величиною електродного потенціалу із градуовальної залежності знаходять концентрацію в пробі йонів амонію. ГДК йонів амонію в природних водах становить $2,6 \text{ мг/дм}^3$ для господарсько-питного та культурно-побутового призначення [31; 32].

Обладнання : пристрій для вимірювання величини електродного потенціалу (мілівольтметр), електрод-порівняння, нітрат-селективний електрод, ваги лабораторні аналітичні, 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.

Реактиви : 0,1 М розчин NH_4Cl .

Встановлення градуовальної залежності. У склянки із фіксованою міткою об'ємом 50 мл готують розчину NH_4 із концентрацією $1 \cdot 10^{-2}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-5}$ моль/ $дм^3$. Далі склянки встановлюють на магнітну мішалку, занурюють в розчин електроди і проводять вимірювання потенціалу в градуовальних розчинах від меншої концентрації NH_4^+ $1 \cdot 10^{-1}$, $1 \cdot 10^{-2}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-5}$ моль/ $дм^3$. Глибина занурення електродів і швидкість

перемішування повинні бути однаковими у всіх вимірах. Показання приладу записують після встановлення постійного значення потенціалу. Час його встановлення залежить від концентрації нітрат-іонів та температури в градуювальних розчинах і становить від декількох секунд до хвилин.

Для кожної концентрації градуювального розчину проводять по три паралельних вимірювання потенціалу і за результат приймають середнє арифметичне. Градувальну залежність встановлюють в координатах: значення pNO_3 градуювальних розчинів ($pNO_3 = -\lg[NH_4^+]$, де $[NH_4^+]$ – концентрація нітратів-іонів, моль/дм³) – відповідні їм значення потенціалу, мВ. На основі цього будують встановлюють градувальну залежність. Залежність встановлюють перед кожною серією визначень, а також при заміні вимірювального або допоміжного електродів [31; 32].

Виконання вимірювання. 10 мл аналізованої проби вносять в стакан об'ємом 50 мл. Стакан встановлюють на магнітну мішалку, занурюють в розчин електроди, очікують встановлення рівноважного значення потенціалу і записують показання приладу.

Після закінчення вимірювання потенціалу електроди відмивають дистильованою водою. Відмивання електродів відбувається досить швидко при триразовою заміні дистильованої води.

Температура аналізованої проби повинна бути однакою з температурою розчинів при встановленні градувальної залежності.

Обробка результатів. Будують калібрувальний графік, залежності ЕРС у мВ від pNH_4 на основі виміряних стандартних розчинів або знаходять за методом найменших квадратів досліджуваний pNH_4 та розраховують $C(NH_4^+)$ у мг/дм³.

Значення окисно-відновного потенціалу природних вод (ОВП, Eh) вимірювали в мілівольтах із застосуванням серійного лабораторного платинового редокс-електроду (датчика) із внутрішнім аргентум-хлоридним електродом порівняння.

У природній воді та водних системах значення окисно-відновного потенціалу E_h може коливатися у діапазоні від -400 до $+700$ мВ.

Такі зміни ОВП визначаються усією сукупністю процесів окиснення та відновлення, що протікають у водному середовищі. В умовах рівноваги значення ОВП певним чином характеризує водне середовище, і його величина дає можливість формулювати деякі загальні висновки про склад води.

В залежності від значення ОВП розрізняють декілька основних ситуацій, що зустрічаються у природних водах:

1. Окисна. Характеризується значеннями $E_h > 100 \div 150$ мВ, присутністю у воді вільного кисню, а також хімічних елементів у вищому (високому) ступені окиснення (Fe^{+3} , Mo^{+6} , As^{+5} , Sn^{+4} , Cu^{+2} , Pb^{+4}). Ця ситуація найчастіше зустрічається у поверхневих водах.

2. Перехідна окисно-відновна. Визначається величинами E_h від 0 до $+100$ мВ, нестійким геохімічним режимом і змінним вмістом дигідроген сульфід (H_2S) та кисню (O_2). За цих умов відбувається і процес окиснення, так і процес відновлення катіонів металів;

3. Відновна. При значеннях $E_h < 0$. Типова для підземних вод, де присутні катіони металів з низькими значеннями ступеня окиснення (Fe^{+2} , Mn^{+2}), а також дигідроген сульфід H_2S .

Окисно-відновний потенціал залежить від температури та пов'язаний з рН. В деяких галузях застосування (наприклад, при попередній обробці води для басейнів) ОВП є одним із основних параметрів контролю якості води. Зокрема тому, що дозволяє оцінити ефективність знезараження води.

2.3. Визначення перманганатної окиснюваності природних вод (хімічне споживання кисню, ХСК).

Окиснюваність визначається концентрацією відновників, що містяться у воді, які можна окислити тим чи іншим окисником. Як окисники

найчастіше використовують хромати і перманганати лужних металів. Вибір окисника визначається об'єктом аналізу. Вибирати дуже сильний окисник, яким є, наприклад, калій біхромат, слід тільки в тих випадках, коли в водах містяться важкоокисні сполуки. Використання калій біхромату передбачає виконання дуже жорстких вимог до чистоти хімічного посуду, так як від цього залежить точність визначення [37].

Окиснюваність прийнято виражати в міліграмах атомарного кисню на літр води, мгО/л. У зв'язку з цим окиснюваність ще називають хімічним споживанням кисню (ХСК). Існують нормативи ХСК для різних вод. Для водойм господарсько-питного водокористування норма ХСК до 5 мгО/л.

Розрізняють біхроматну та перманганатну окиснюваність. Для визначення ХСК використовувався метод перманганатного окиснення. Суть методу полягає у окисненні речовин калій перманганатом у кислому середовищі [21]:

Для аналізу в конічну колбу відбирають 50 мл води, додають 5 мл H_2SO_4 розведеної у співвідношенні (1:3) і 10 мл 0,01н KMnO_4 , Суміш кип'ятили 10 хвилин, використовуючи спеціальне обладнання для визначення ХСК, що містить зворотний водяний холодильник.

Після кип'ятіння до гарячого розчину додавали 10 мл 0,01н оксалатної кислоти. Гарячу суміш відтитрували 0,01 н KMnO_4 до появи рожевого забарвлення. Величину перманганатної окиснюваності розрахувати за формулою:

де: А і В – об'єми розчину калій перманганату, витрачені на титрування досліджуваної та холостої проб, мл;

k – коригуючий коефіцієнт до розчину калій перманганату;

$C_{[E(KMnO_4)]}$ – еквівалентна концентрація калій перманганату, моль/л;

$E_{m(O)}$ – молярна маса еквіваленту кисню (8 г/моль);

V – об'єм проби для аналізу, мл.

2.4. Визначення вмісту розчинних ортофосфатів методом фотоколориметрії.

Визначення ортофосфатів базується на реакції з молібдатом амонію у кислому середовищі. Жовта фосформолібдатна гетерополікислота, що утворюється при цьому, під дією відновників (аскорбінова кислота, станум(II) хлорид) перетворюється на інтенсивно забарвлену сполуку синього кольору.

Реактиви:

1. Сульфатна кислота, розведена (у 900мл H_2O дист. обережно вливають 140 мл концентрованої сірчаної кислоти).
2. Молібдат амонію. Розчиняють 3г $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (г.д.а.) в 100 мл H_2O дист.
3. Антимонілтартрат калію, розчин. Розчиняють 0,345г $\text{KSbH}_4\text{O}_6 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ в 500мл дистильованої води.
4. Аскорбінова кислота, розчин. Розчиняють 2,16 г аскорбінової кислоти в 100 мл дистильованої води.
5. Змішаний реактив. Змішують 125 мл розведеної сульфатної кислоти, 50 мл розчину молібдату амонію, 50 мл аскорбінової кислоти, 25 мл розчину антимонілтартрату калію та 10 мл 10% розчину сульфанілової кислоти.
6. Стандартний розчин , (1 mg/l as PO_4^{3-}).

Хід визначення. До 50 мл проби, розведеної в 20 разів, додають 2 мл розмішаного реактиву, 0,5 мл аскорбінової кислоти і нагрівають 15 хв. Фотометрують проби відносно дистильованої води з додаванням всіх реактивів, передбачених методикою. Концентрацію фосфатів визначають за калібрувальним графіком.

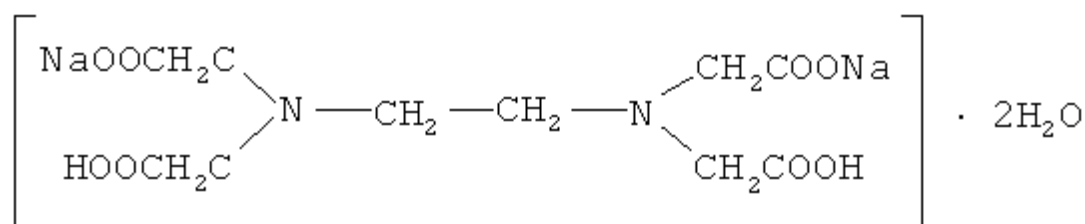
Калібрувальний графік. З стандартного розчину готують ряд робочих розчинів заданої концентрації 0,1-0,2-0,4-1,2-2,0 мг/л. Розчини фотометрують, додаючи до них по 2 мл змішаного реактиву та 0,5 мл

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 фосфатів”[37].

2.5. Визначення загальної твердості води

Загальна твердість води є характеристикою її властивостей, зумовлених наявністю в ній розчинних сполук магнію, кальцію. Тверда вода непридатна для промислових і господарських потреб і має неприємний смак [5].

Метод аналізу визначення твердості води базується на реакції утворення міцних комплексних сполук. В аналітичній практиці застосовується розчинна сіль етилендіамінтетраацетатної кислоти комплексон III (трилон Б).



Трилон Б вступає в реакцію комплексоутворення з катіонами багатьох металів: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} . Комплекс утворюється в результаті заміщення катіоном металу атомів гідрогену карбоксильних груп та з атомами нітрогену.

Точку еквівалентності в комплексонометрії визначають за допомогою металоіндикаторів, органічних сполук, які утворюють маломіцні забарвлені комплексні сполуки з катіонами. З розчином трилону Б відбувається їх зв’язування при цьому досліджувальний розчин набуває кольору, що і засвідчує про закінчення реакції [37].

Методика аналізу. В конічну колбу на 100 мл відмірювали 50 мл досліджуваної води, додавали 5 мл аміачного буферного розчину, декілька крапель індикатора еріохрому чорного і повільно титрували розчином

трилону Б при активному перемішуванні до зміни забарвлення від винно-червоного до синього. Загальну твердість обчислюють за формулою:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{трилону Б}} \times V_1 \times 1000 / V_2$$

2.6. Фотоколориметричне визначення нітрит-іонів.

Метод ґрунтується на властивості нітрит-йонів утворювати інтенсивно забарвлені діазосполуки з первинними ароматичними амінами. При визначенні використовується реакція з сульфаніловою кислотою (п-амінобензенсульфо кислота $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_3\text{H}$) та α -нафтиламином (їх суміш є реактивом Грісса) з утворенням рожевого забарвлення. Інтенсивність забарвлення розчину пропорційна вмісту нітритів.

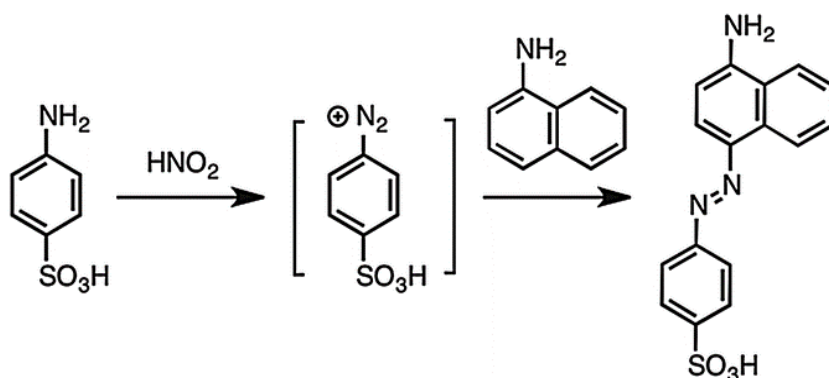


Рис.1.Реактив Грісса

Для приготування реактиву Грісса розчиняють 0,1 г α -нафтиламіну 100 мл дистильованої води при кип'ятінні протягом 15 хвилин, охолодивши, додають 5 мл льодяної оцтової кислоти і 100 мл 1% сульфанілової кислоти [9].

У колбу поміщають 50 мл досліджуваної чи знебарвленої, чи попередньо розбавленої води так, щоб у ній містилося не більше 15 мкг NO_2^- ; додають 5 мл 10% реактиву Грісса і збовтують. Забарвлення з'являється через 40 хв. і зберігається незмінним протягом 3 год. Через 40 хв. розчини фотометрують за зеленим світлофільтром ($\lambda=530$ нм) відносно дистильованої води з додаванням реактиву Грісса.

Вміст нітритів знаходять за калібрувальним графіком.

Калібрувальний графік. В ряд мірних колб ємністю 50 мл вносять робочий стандартний розчин нами були взяті такі кількості 0,2, 1, 5, 10, 15 мл, що відповідає вмісту 0,2, 1, 5, 10, 15 мкг NO_2^- . Проводять аналіз. Будують калібрувальний графік у координатах оптична густина (А) – вміст нітритів (мг/л).

2.7. Турбідиметричне визначення сульфатів.

Метод заснований на визначенні сульфат-йонів у вигляді сульфату барію в кислому середовищі за допомогою гліколевого реагенту. Етиленгліколь при осаджуванні сульфату барію відіграє стабілізуючу роль.

Реактиви:

1. Гліколевий реагент. Реактив А: змішують один об'єм 5% водного розчину BaCl_2 з трьома об'ємами етиленгліколю та трьома об'ємами 96% етанолу. Величину рН регулюють хлоридною кислотою (1:1) в межах 2,5-2,8 і залишають розчин на 2 доби.

2. Реактив В: готують як і реактив А, але замість розчину BaCl_2 додають дистильовану воду.

3. Стандартний розчин для визначення концентрації сульфатів готують, розчиняючи в колбі на 1 літр 0,9071г безводного сульфату калію і доводять об'єм дистильованої води до мітки. У 1мл міститься 0,5мг сульфатів. Робочий розчин отримують розведенням основного в 10 разів. В 1мл міститься 0,05мг сульфатів.

Хід визначення.

До 5мл води, що досліджується, додають 1-2 краплі HCl (1:1) та 5мл реактиву А, ретельно перемішують. Після 30 хвилин експозиції фотометрують у кюветах з товщиною оптичного шару 2см при довжині хвилі 364 нм по відношенню до досліджуваної води з додаванням реактиву В. Концентрацію сульфатів (мг/л) знаходять за калібрувальним графіком.

Калібрувальний графік. Розводячи певним чином стандартний розчин з заданою концентрацією: 0,2 – 0,8 – 1,4 – 2 мл/г сульфатів. З кожного розчину відбирають по 5 мл в колориметричні пробірки на 10 мл, додають 1-2 краплі HCl (1:1) та 5 мл реактиву А, ретельно перемішують і фотометрують як пробу, але по відношенню дистильованої води, в яку додають реактив В. Калібрувальний графік будують в координатах “оптична густина – концентрація сульфатів (мг/л)” (додатки А-Ц)[20].

2.8. Атомно-абсорбційне визначення металів.

Атомно-абсорбційна спектроскопія (ААС) ґрунтується на явищі поглинання випромінювання не збудженими вільними атомами елементів. Для цього необхідна попередня атомізація речовини. Аналітичний сигнал формують не збуджені атоми. Величина оптичної густини атомної пари (A) у відповідності, за ОЗС, прямо пропорційна концентрації поглинаючих частинок ($c_{\text{ат}}$) – атомів елементу в атомізаторі:

$$A = k_{\text{ат}} l c_{\text{ат}},$$

де $k_{\text{ат}}$ – коефіцієнт світлопоглинання вільними атомами; l – довжина оптичного шляху.

За незмінних умов атомізації і стаціонарному режимі роботи приладу, концентрація атомів в атомізаторі $c_{\text{ат}}$ прямо пропорційна концентрації визначуваного елемента у пробі (c). Таким чином: $A = k l c$,

Джерелом резонансного випромінювання є лампи з порожнистим катодом. Що виготовлений з матеріалу, який містить досліджуваний елемент. Лампа заповнена інертним газом. Атомізація речовини досягається у полум'ї з температурою 2000-3000°C. В спектроскопії використовують полум'я горючих газів у суміші з додаванням окисників: повітря-ацетилен або нітроген (I) оксид [3].

Атомно-абсорбційний аналіз дозволяє досліджувати вміст елементів у широкому діапазоні концентрацій. Даний метод є дуже чутливим і високо селективним.

2.9. Правила техніки безпеки під час роботи в хімічній лабораторії

Основні правила:

1. До початку виконання хімічного експерименту необхідно перевірити наявність обладнання, необхідного для досліду (посуд, прилади, реактиви).
2. Під час експерименту чітко виконувати порядок і послідовність операцій, вказаних в методиці та інструкціях.
3. Перед використанням хімічних реактивів треба уважно ознайомитись з термінами їх придатності та кваліфікацією (чистотою).
4. Хімічні реактиви зберігати у щільно закритому посуді (реактивних банках або склянках).
5. Відбір сухих і рідких реактивів здійснювати відповідними інструментами(фарфорові, металеві, скляні шпателі, піпетки, мірні циліндри).
6. Результати експерименту записувати до лабораторного журналу або заносити до відповідного гаджету.
7. В лабораторії працювати в спеціальному,робочому одязі.
8. Після закінчення експерименту необхідно навести порядок на робочому місці.

Спеціальні вимоги до техніки безпеки:

1. Під час користування хімічними реактивами необхідно знати їх основні властивості: отруйність, здатність до утворення вибухових сумішей.
2. Роботи з отруйними речовинами, з концентрованими розчинами кислот і лугів проводити у витяжній шафі.
3. Забороняється досліджувати властивості речовин без дозволу викладача.
4. Не можна нюхати, гази, що виділяються, близько до склянки.
5. Не можна нахилятися над посудом під час переливання реактивів.
6. Не можна нахилятися над посудом з рідиною, що нагрівається..
7. Для приготування розбавлених розчинів сульфатної кислоти необхідно концентровану кислоту малими порціями доливати до води, а не навпаки.
8. Не можна зливати у каналізацію відпрацьовані розчини кислот і лугів.

РОЗДІЛ 3

ХІМІКО - ЕКОЛОГІЧНА ДІАГНОСТИКА ЯКОСТІ ВОДИ В ОЗЕРНІЙ СИСТЕМІ «БЛАКИТНІ ОЗЕРА»

3.1. Фізико - географічна характеристика Блакитних озер

Блакитні озера – це два озера, що розташовані в східній частині міста Суми: велике Блакитне озеро та мале Блакитне озеро. Озерна система має площу поверхні води близько 186 гектарів. На озерах створені рекреаційні зони, пляжі для купання, місця відпочинку. Озера використовуються як кар'єри для видобування піску. Озера об'єднані вузькою протокою, а мале Блакитне озеро поєднане протокою з річкою Псел.

Блакитні озера були створені в заплаві Псла в кінці 60-х рр., як кар'єри для видобутку будівельного піску необхідного для житлового будівництва. До цього на місці озер була болотиста місцевість з невеликими озерцями. «Блакитні озера» - назва народне. В офіційних документах ці водойми значаться як «без назви» із зазначенням типу об'єкта - «озеро-гідрокар'єр».

Рис.1. Аерофотозйомка Блакитних озер



Сьогодні Блакитні озера - це одне з улюблених місць відпочинку мешканців міста Суми, яке раніше славалося чистою водою і великою кількістю риби. Вода в озері холодна, тому що водойма живиться безліччю підземних джерел. Відсутні джерела скидання промислових відходів і стоку зливової каналізації. На одному з берегів водойми розташований полігон для складування гілок та інших відходів міського зеленого господарства.

3.2. Оцінка якості вод в рекреаційній зоні Блакитних озер в умовах антропогенної дії

На водоймах, як то Блакитні озера, спостереження за обов'язковою програмою виконуються при таких гідрологічних ситуаціях: взимку, при найнижчому рівні водойми і найбільшій товщині льоду; на початку весняного наповнення водойми; в період максимального наповнення (при найбільшому рівні); при найнижчому рівні в літньо-осінній період.

Крім гідрологічних і гідрохімічних показників, для водних об'єктів визначається ряд гідробіологічних характеристик якості води: фітопланктон, зоопланктон, зообентос, перифітон, мікробіологічні показники, інтенсивність фотосинтезу, макрофіти (за повною програмою). Діє також скорочена програма, визначення гідрохімічних характеристик.

Крім специфічних забруднювальних речовин, наявність яких встановлюється у воді під час рекогносцирувальних спостережень, визначення самоочисної здатності водних об'єктів ведеться і за такими показниками забрудненості води, як хімічне споживання кисню (ХСК) і біохімічне споживання кисню за п'ять діб (БСК.5). Обов'язковим є також визначення температури, рН, вмісту розчиненого кисню. Ці показники характеризують умови і перебіг процесів самоочищення.

Спостереження за забрудненістю водних об'єктів з урахуванням процесів самоочищення проводиться кілька разів на рік у характерні фази гідрологічного і гідробіологічного режиму.

Тривалість спостережень зумовлюється необхідністю визначити надійні характеристики самоочисної здатності водотоків у роки з різним ступенем водності (багатоводні, маловодні, середні).

Проби води відбираються у створах з урахуванням тривалості проходження води від верхнього створу до кожного наступного, розташованого нижче.

На пунктах контролю ми вивчаємо баланс хімічних інгредієнтів природної води, процеси евтрофування.

Аналіз виконаних розрахунків дає можливість науково обґрунтовано реалізовувати водоохоронні заходи і здійснювати прогнозоване планування динаміки якості поверхневих вод, що може сприяти своєчасному прийняттю рішень для розв'язання основних водогосподарських і екологічних проблем забезпечення мешканців м. Суми рекреаційними ресурсами належної якості.

Особлива увага приділена створенню моніторингу за станом поверхневих вод.

Моніторинг повинен здійснюватися за джерелами скиду стічних вод, станом поверхневого і підземного стоку, природоохоронними територіями в межах водних об'єктів, якістю і складом забруднюючих речовин. Нами, крім даних Міністерства охорони навколишнього середовища, гідрометеослужби, Держводгоспу, МОЗ, МНС та інші, додатково виконувались польові дослідження якісного складу поверхневих вод.

Особлива увага при цьому приділялась озерним водам, де найбільше скупчення людей в літній період. Проби вод брались один раз на п'ять днів - вранці, в полудень і ввечері. Зазначене дало можливість проаналізувати якість озерних вод в рекреаційних зонах літнього періоду, тобто оцінити антропогенний вплив, що зумовлює зміну якісного складу поверхневих вод. Для обробки результатів використані наступні програми: Excel 2010 (для обчислень) та OriginPro 2016 (для побудови калібрувальних графіків та їх лінійної апроксимації).

Нами виконані сезонні дослідження води Блакитних озер за основними гідрохімічними показниками, які дають підстави для оцінки якості природної води. Хімічний аналіз проб води виконаний хімічними і фізико-хімічними методами за методиками, які наведені у розділі 2.

Результати хімічного аналізу проб води наведені у таблиці 3.

Таблиця 3 Гідрохімічні показники якості поверхневих вод
Блакитних озер

№ з/п	Гідрохімічні характеристики (показники якості води)	Одиниці виміру	ГДК/норма	Результати вимірювань (2020 р.)		
				весна	літо	осінь
1	Температура	°С		18	25	17
2	рН		6,5-8,5	7,58	7.89	8.43
Мінералізація та головні йони						
3	Загальна твердість	ммоль/л	10	4.7	4.4	5
4	Карбонатна твердість	мг/л	-	-	-	252
5	Сульфати	мг/л	500	47.9	56.8	79.7
6	Хлориди	мг/л	350	17,6	16.61	41,8
7	Флуориди	мг/л	1,5	0,48	0,38	-
Біогенні компоненти						
8	Амоній	мг/л	2,6	-	-	0,03
9	Нітрати	мг/л	45	0,18	0,73	8.9
10	Нітрити	мг/л	3,3	0,03	0,03	0,01
11	Фосфати	мг/л	3,5	0.20	0.24	0,04
12	Ферум загальний	мг/л	0,3	0,31	0,25	-
Органічні речовини						
13	Перманганатна окиснюваність, ХСК	мгО/л	5,0	9.14	13.39	7.76

Короткий аналіз результатів. Значення рН води знаходяться в межах норми. Концентрація головних йонів та мінералізація води не перевищують нормативні показники. Біогенні компоненти далеко не досягають граничних значень ГДК. Відзначається підвищений вміст йонів Феруму. Всі проби води характеризуються високими значеннями ХСК, що свідчить про значний вміст органічних речовин і сполук –відновників. Це є ознакою забруднення води унаслідок дії антропогенного фактору.

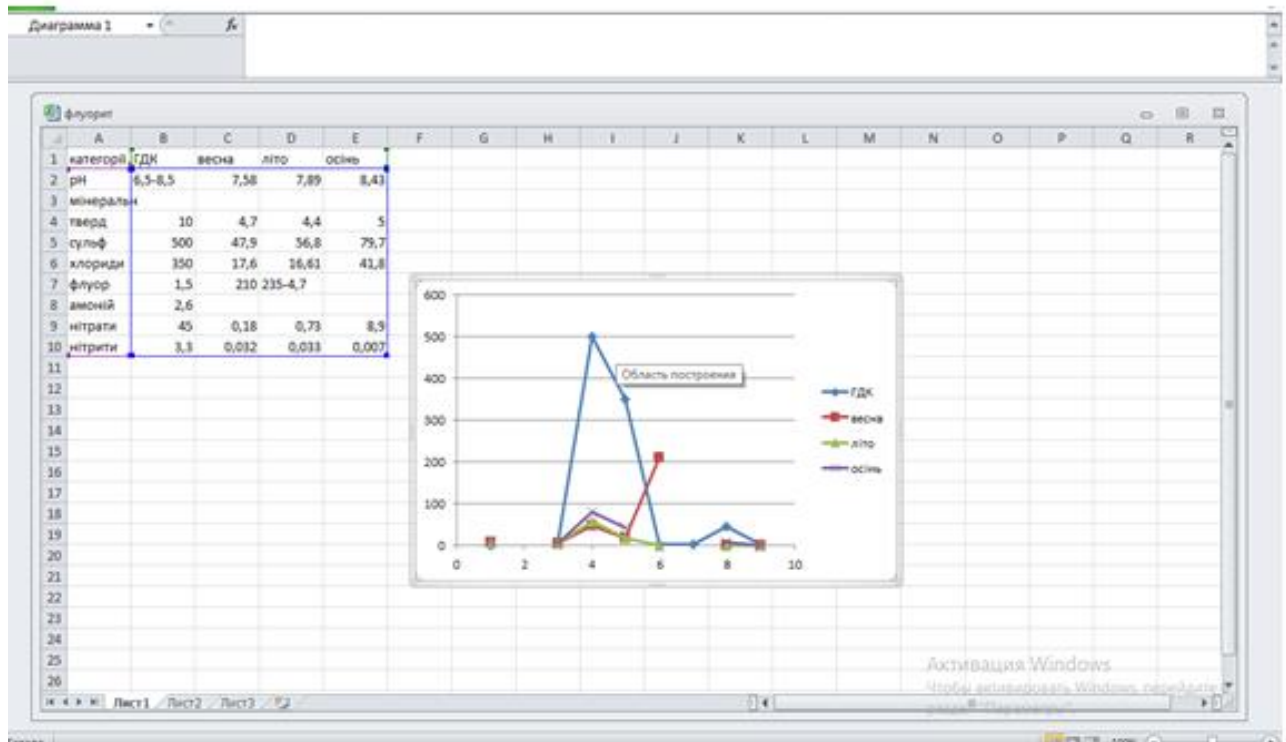


Рис.1. Модель апроксимації хімічного складу води

У практичній гідрохімії використовується графік-квадрат. Автор – Н.А. Толстіхін. Сторони квадрата поділено на 100 частин, це - 100% кількості речовини. На верхній стороні квадрата визначено вміст катіонів Na^+ і K^+ , на нижній — катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} , а на бокових сторонах— вміст аніонів: карбонат, гідроген карбонат, сульфат і хлорид - іонів. Для нанесення на квадрат складу води треба знати показники абсциси — Ca^{2+} і Mg^{2+} чи K^+ у % кількості речовини (моль-еквівалентів) і ординату — одну з груп аніонів у % кількості речовини моль-еквівалента. Подібні за складом природні води розташовані на наведеному квадраті близько одна від одної, як природні угруповання.

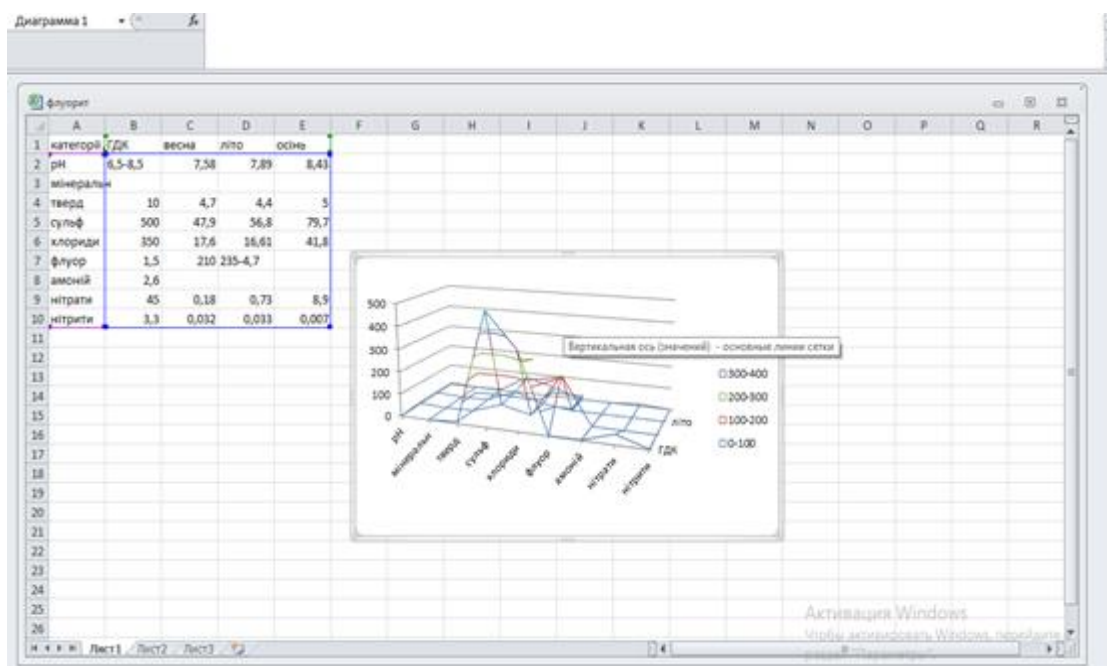


Рис.2. Модель регресійного аналізу хімічного складу води

Аніонний склад природної води. Хлорид-іони надходять у природні води унаслідок розчинення мінералів, ґрунтів-солончаків, з атмосферними опадами (кислі дощі) а також з побутовими і промисловими стоками.

У природних водах хлорид-іони нейтралізуються еквівалентною кількістю катіонів Na^+ (NaCl), Mg^{2+} і Ca^{2+} , а також - K^+ (KCl).

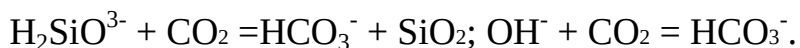
Сульфат-аніони також поширені в природних водах, їх менша кількість за СГ у мінералізованих водах, проте їх концентрація більша у більшості мало- мінералізованих водах. Вміст SO_4^{2-} , на відміну від СГ, лімітується концентрацією іонів Ca^{2+} , утворюючи з Ca^{2+} малорозчинний CaSO_4 .

Сульфат-аніони біологічно нестійкі, в умовах дефіциту кисню відновлюються до H_2S .

Десульфування води зумовлює збагачення її на H_2S і CO_2 ; у них зменшується вміст SO_4^{2-} і утворюються карбонати.

Хімічний елемент Сульфур є життєво важливим елементом у складі білків, амінокислот та інших сполук, він активно вживається живою речовиною.

Гідрокарбонат та карбонат- іони — це важливі компоненти хімічного складу природних вод. Основний внесок йонного складу мало мінералізованих вод належить переважно гідрокарбонатам кальцію і магнію. Вивчення вмісту карбонатної кислоти та її аніонів (HCO_3^- і CO_3^{2-}) потребує особливої уваги. Невелика частина гідрокарбонатів утворюється у природних водах унаслідок перетворення продуктів хімічного вивітрювання гірських порід:



Катіонний склад води: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} .

Катіони Натрію є найпоширеніші у природній воді. Всі солі натрію добре розчинні, це активну зумовлює міграцію натрій-катіону переважно в іонній формі. За рухливістю катіон натрію поступається лише аніону хлору. Він здатний вступати в обмінні реакції і виводитися з водних розчинів. Це пояснює «відставання» концентрацій Na^+ від Cl^- , яке спостерігається під час підвищення мінералізації води.

У водах з низькою мінералізацією катіон Натрію перебуває на третьому місці за концентрацією катіонів. У воді з високою мінералізацією вміст Na^+ зростає.

Одним із джерел надходження Натрій -катіону у воді є продукти вивітрювання гірських та вивержених порід.

Іншим джерелом надходження Na^+ у воді є поклади його солей, переважно кам'яної солі.

Джерелом надходження Ca^{2+} у природі води є мінерали, вапняки, доломіти, гіпс, які є малорозчинними, проте поступово розчиняються у воді.

Іншим лужноземельним металом, який в значній кількості міститься у природній вод є Магній. Магній присутній у воді усіх типів, розчинність його солей краща ніж солей Кальцію.

Нами досліджено катіон-аніонний склад у пробах води Блакитних озер. Катіон-аніонний склад досліджених проб води свідчить про те, що вода є

мало мінералізованою. Порівняння з величинами ГДК засвідчує нормативну якість води, призначеної для культурно-побутових потреб.

Катіон-аніонний склад води Блакитних озер наведений у таблиці 4.

Таблиця 4.

Катіон-аніонний склад води в Блакитних озерах

ПОКАЗНИКИ	Блакитні озера Осінь 2020 р.
Cl^- , мг/дм ³	41,84
NH_4^+ , мг/дм ³	0,027
NO_3^- , мг/дм ³	8,86
NO_2^- , мг/дм ³	0,006
SO_4^{2-} , мг/дм ³	79,7
PO_4^{3-} , мг/дм ³	0,0427
$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, моль•екв/дм ³	5,0
HCO_3^- , моль•екв/дм ³	5,4

Для оцінки техногенного впливу на хімічний склад води, нами визначено вміст (концентрацію) сполук важких металів, які можуть бути показниками техногенного забруднення природної води.

Результати визначень наведені у таблиці 5.

Таблиця 5.

Концентрація важких металів у поверхневих водах Блакитних озер.

Досліджувані елементи	ГДК мг/дм ³	показник
Cu	1	0.017
Zn	0.1	0.145
Pb	0,03	0.017
Ni	0,1	≤0.1

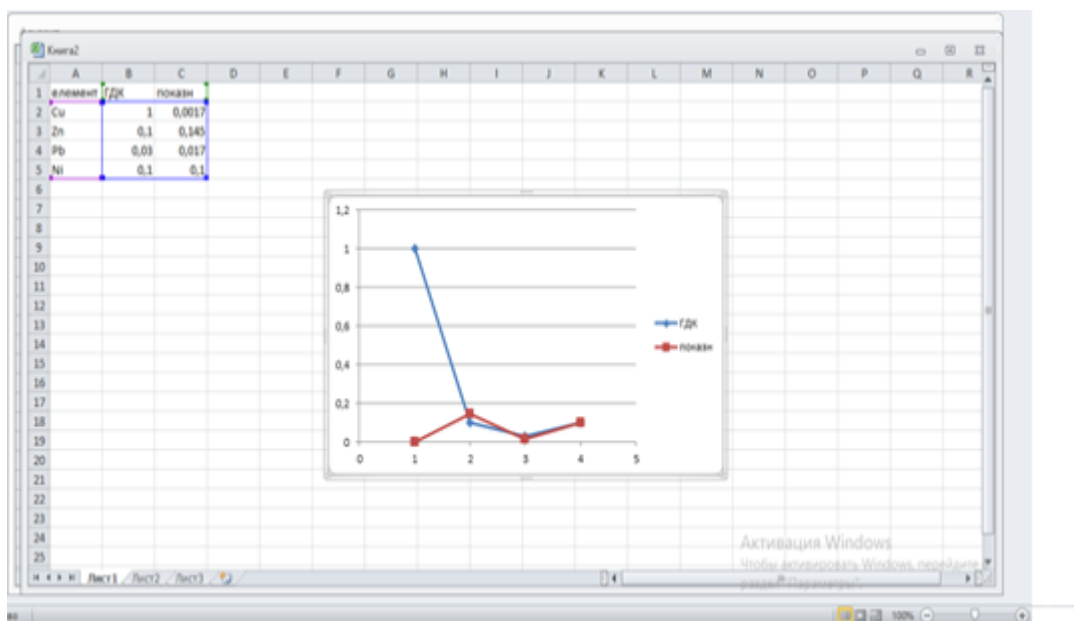


Рис.3.Регресійна модель хімічного складу води Блакитних озер за вмістом важких металів

Проведений регресійний аналіз дав змогу побудувати адекватні математичні моделі кількісної залежності йонів металів в озерній воді як можливість прогнозування збільшення чи зменшення їх кількості і впливу на хімічний склад води.

Таким чином, нами встановлено, що з червня по вересень спостерігається збільшення амонійного Нітрогену, що викликано рекреаційним навантаженням. Інфільтрація вод сільськогосподарських угідь спричиняє зростання концентрації нітратів особливо у весняний і літній періоди. Поверхневий стік з території міста, сільгоспугідь та інше, складається із дощових та талих вод, збагачених хімічними компонентами. При цьому значно збільшується в річкових водах вміст гідрокарбонатів та іонів кальцію, сульфатів, іонів магнію і лужних металів. У час найбільших витрат води мінералізація змінюється від 50мг/л і менше у верхній частині озера до 400мг/л і більше в місці з'єднання з руслом річки Псел.

Забруднені ділянки характеризуються порушенням природних біохімічних процесів і вмістом забруднюючих речовин, які перевищують встановлені нормативи. До зони забруднення належить і зона впливу, яка перебуває під її дією. У водних об'єктах знаходяться речовини, що були

раніше накопичені в донних відкладах, в тому числі і важкі метали, що мають здатність мігрувати від донних відкладів у товщу води. Слід відмітити, що стан поверхневих вод не відповідає екологічним вимогам. Забруднюючі речовини змінюють якісний склад води і як наслідок – умови життєдіяльності організмів. Критеріями оцінки якості вод були хімічні, фізичні і гідробіологічні показники. Оцінювання якості вод виконано, враховуючи значення ГДК (гранично допустиму концентрацію), ЛПШ (лімітивний показник шкідливості). Оцінка якості води, або рівня забруднення поверхневих вод, здійснювалась як за частотою, так і кратністю перевищення ГДК, що характеризують хімічний склад забруднень за певний час (доба, місяць, сезон та інше).

Суттєве значення у відновленні і покращанні якості вод належить самоочищенню поверхневих і підземних вод, а відновленню хімічних, біологічних та інших процесів, які відбуваються у забруднених водних об'єктах і спрямовані на відновлення первісного складу і властивостей води. Процеси самоочищення зумовлені багатьма факторами, серед них найбільш важливими є сонячна радіація, діяльність мікроорганізмів і водної рослинності. Як показують польові дослідження, процес самоочищення проходить постійно, не залежно від пори року.

Виявлені закономірності процесів забруднення й самоочищення вод, а також основних факторів трансформації забруднюючих речовин дозволяє прогнозувати зміни якості води під впливом господарської діяльності людини. Для реалізації вищезазначеного нами використані індивідуальні особливості водних об'єктів: гідрографічна, гідрологічна, гідрохімічна і гідробіологічна характеристики, а також характеристика джерел забруднення. Польові, лабораторні та інші дослідження дали можливість кількісно оцінити вплив найбільш важливих факторів на процес самоочищення води з віддаленням від джерела викиду в межах водотоку, стосовно інтенсивності самоочищення виділяють такі зони: олігосапробна,

полісапробна, α і β - мезосапробна. Встановлено, що найвища інтенсивність самоочистки спостерігається в полісапробній і α -мезосапробній зонах.

Залежно від того, які речовини і в якому фазовому стані потрапляють у водойму зі стічними водами, в процесі самоочищення будуть переважати або гідродинамічні, або хімічні, або біологічні процеси. За наявності в стічних водах завислих речовин істотну роль у процесі самоочищення водних мас відіграє процес осадження на дно. Самоочищення водних мас відбувається як в результаті розчинення, так і взаємодії з іншими хімічними і біохімічними компонентами, що містяться у воді.

ВИСНОВКИ

1. За результатами аналітичного огляду літературних джерел за темою дослідження встановлено, що проблема забруднення природних вод є актуальною. Водні об'єкти м. Суми знаходяться під значним антропогенним тиском, що впливає на хімічний склад природних вод. На формування хімічного складу води Блакитних озер діють прямі і непрямі, а також головні і другорядні фактори, що впливають на склад розчинених у них компонентів, серед них антропогенні навантаження та побутові відходи.

2. Комплексом методів хімічного аналізу визначені основні гідрохімічні показники (pH , $T_{\text{заг}}$, HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , ХСК, CO_2) якості поверхневих вод Блакитних озер. .

3. Порівняльний аналіз гідрохімічних показників з нормами ГДК дає підстави вважати, що вода Блакитних озер відповідає вимогам якості води культурно-побутового споживання.

4. За результатами ААС встановлено, що концентрація важких металів (Cu, Zn, Pb, Ni) у воді Блакитних озер не перевищує ГДК.

5. За хімічним складом досліджена вода Блакитних озер має ознаки впливу антропогенного фактору. Зміни хімічного складу води відбуваються відповідно до змін природних сезонів, у літній та осінній сезони помітно збільшується вміст хлоридів, нітрогенвмісних йонів і особливо органічних сполук. Ми визначили основні чинники забруднення і рекомендуємо проводити моніторинг води озера, що забезпечить необхідний рівень якості води Блакитних озер, які використовуються як рекреаційна зона міста Суми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аксьом С.Д., Хільчевський В.К. Вплив сульфатного карсту на хімічний склад природних вод у басейні Дністра. - К.: Ніка-Центр, 2002. - 204 с.
2. Бастюк Б. В. Водні ресурси України. Харків, 2003. 50 с.
3. Будник С.В., Хильчевский В.К. Гидродинамика и гидрохимия склоновых водотоков. К.: ИГЛ "Обрии", 2005. - 368 с.
4. Важкі метали: режим доступу:<http://www.npblog.com.ua/index.php/ekologiya/vazhki-metali.html>.
5. Василенко О., Вплив низьких концентрацій йонів цинку на розмір середньодобового раціону ставковиків // Вісник Львівського у-ту. Сер. біол. - 2011. № 56. С. 136–140.
6. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості: ДСТУ 7525:2014. – Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. – 30 с.
7. Вода. Общие требования к отбору проб: ГОСТ 31861-2012. - [Чинний від 2014-01-01]. - М.: Стандартиформ, 2013.
8. Водний фонд України: Штучні водойми - водосховища і ставки: Довідник / В.В. Гребінь, В.К. Хільчевський, В.А. Сташук, О.В. Чунарьов / за ред. В.К. Хільчевського та В.В. Гребня - К.: Інтерпрес, 2014. - 164 с.
9. Географічні основи охорони навколишнього середовища / Я.Б. Олійник, В.К. Хільчевський, М.І. Ромась, О.Г. Ободовський, С.І. Сніжко / за ред. Я.Б. Олійника. - К.: Ніка- Центр, 2006. - 224 с.
10. Гидрохимический атлас СССР / Карты в разделе: Поверхностью воды Украины /
11. Грюк І, Суходольська І. Вміст сполук нітрогену у воді малих річок як показник рівня антропогенного навантаження територій // Вісник Львівського ун-т. Сер. біол., 2012. - Випуск 60. С. 227–238.
12. Данильченко О.С. Річкові басейни Сумської області: геоекологічний аналіз: монографія. Суми: СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2019. 271 с.

13. Доповідь про стан навколишнього середовища в Сумській області у 2016 році. – м. Суми, 2017 р.
14. Екологічна енциклопедія: у 3-х томах / Гол. ред. А.В. Толстоухов; члени редколегії
15. Забокрицька М.Р., Хільчевський В.К., Манченко А.П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. - К.: Ніка-Центр, 2006. - 184 с.
16. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В. Б Ильин Новосибирск: Наука. – 1991. – 150 с.
17. Київ як екологічна система: природа - людина - виробництво - екологія / П.Г. Шищенко, Я.Б. Олійник, В.В. Стецюк В.В. та ін. у т.ч. В.К. Хільчевський - К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2001. - 259 с.
18. КНД 211.1.4.020-95. Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в природних і стічних водах. – Київ, 1995.
19. КНД 211.1.4.023-95. Методика фотометричного визначення йонів у поверхневих та очищених стічних водах. – Київ, 1995.
20. Конструктивно-географические основы рационального природопользования в Украинской ССР: Киевское Приднепровье. Химический состав природных вод / В.И. Пелешенко, Д.В. Закревский, В.К. Хильчевский / под ред. А.М. Маринича. - К.: Наукова думка, 1988. - С. 25-36.
21. Кофанов В. І Нормативно-методичне забезпечення визначення якості води при оцінці впливу на навколишнє середовище / В. І. Кофанов, М. С. Огняник – К. : Ін-т геологічних наук НАН України, 2008. – 9 с.
22. Кропивницька Л. М., Брюховецька І. В. Твердість води окремих природних джерел Львівщини // Науковий часопис Нац. пед. ун-т. імені М.П. Драгоманова. Сер. 20 біол. – 2013. – № 5. – С. 167 – 173.
23. Купрум: режим доступу: <http://www.novaecologia.org/voecos-47-3.html>.
24. Ломницька Я.Ф. Склад та хімічний контроль об'єктів довкілля. Львів: Новий Світ-2000, 2011. 588 с.

25. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод./ Ю. Ю. Лурье // – М.: Химия, 1984.
26. Малафеева А. В., Докучаева Ю. А. Соединения фтора – загрязнители поверхностных вод зоны влияния криолитового производства // Биологические науки. – С. 209-211.
27. Малі річки України: довідник / А.В. Яцик, Л.В. Бишовець, Є.О. Богатов, та ін. у т.ч.
28. 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 та ін. - К.: Інтерпрес, 2013. - 55 с.
29. Михайленко В. Г., Князева О. І., Гиль З. П., Волошин П. В. Визначення малих концентрацій органічних домішок в очищенні води // . С. – 229-236.
30. Моніторинг довкілля / За ред. В. Боголюбова. Херсон, 2012. 528 с.
31. Наказ Міністерства охорони здоров'я України Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". ДСанПіН «Вода питна» № 452/17747 – [Чинний від – 2010-07-01]. – К.: 2010, -47 с.
32. Національний атлас України / 7 карт у розділі VI: Екологічний стан природного середовища: Гідросфера / В.І. Осадчий, Н.М. Осадча, Ю.Б. Набиванець, В.К. Хільчевський / Гол. ред. Л.Г. Руденко. - К.: ДНВП «Картографія», 2007. - С. 181, 409,
33. Новиков Ю. В. Методы исследования качества воды водоемов / Ю. В. Новиков, Н. О. Ласточкина, З. Н. Болдина. Втор. изд. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
34. Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» поточна редакція – Редакція від 25.10.2017. – м. Київ. Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF>.

35. Постанова Кабінету Міністрів України від 8 квітня 1996 р. № 413 «Про затвердження Порядку введення державного водного кадастру» поточна редакція – від 07.06.2017. – м. Київ.
36. Проблеми Світового океану. В кн.: Світове господарство в умовах глобалізації. / Я.Б. Олійник, А.В. Степаненко, Б.П. Яценко та ін. у т.ч. В.К. Хільчевський - К.: ВПЦ "Київський університет", 2004. - 145 с.
37. Програма охорони навколишнього середовища міста Суми на 2011-2015 роки. Рішенням Сумської міської ради №242-МР [Чинний від 2011-02-23]: – 48 с.
38. Резников А. А. Методы анализа природных вод / А. А. Резников, Е. П. Муляковская, И. Ю. Соколов. – М.: Недра, 1970. – 427 с.
39. Сульфати Режим доступу: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4262.htm>
40. Теплая Г. А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды / Г. А. Теплая // Астраханский вестник экологического образования – 2013. № 1(23). С. 182-192.
41. Тригуб В. І. Фтор у системі «грунт-рослини»: Екологічні аспекти // Одеський нац. ун-т імені Мечникова Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки. - 2014. - № 4. – С. 77-87.
42. Фосфати: Режим доступу: <http://www.xumuk.ru/bse/2904.html>.
43. Функціонування державної системи моніторингу [Чинний від 2017-04-12]. Режим доступу: <https://menr.gov.ua/content/ekologichniy-monitoring-dovkilliya.html>.
44. Хільчевський В.К. Роль агрохімічних засобів у формуванні якості вод басейну Дніпра. - К.: ВПЦ "Київський університет", 1996. - 222 с.
45. Хільчевський В.К., Ромась І.М., Ромась М.І., Гребінь В.В., Чунарьов О.В., Шевчук І.О. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну
46. Хільчевський В.К., Савицький В.М., Чеботько К.О. та ін. Використання осадів стічних вод у сільському господарстві. - К.: ВПЦ "Київський університет", 1997. - 115 с.

47. Хлориди: Режим доступу: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5040.html>
48. Щербина О. М., Михалічко Б. М., Бедзай А. О., Щербина І. О. Хіміко-токсикологічний аналіз сполук флуору //. – Львів. – 4 с.
49. Якість води. Визначення рН: ДСТУ 4077-2001 – ISO 10523:1994. – Київ: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2003. – 16 с.