

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
ВСТУП	5
1. ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНИХ ВОД	7
1.1 Визначення температури води та запаху.....	16
1.2 Визначення смаку.	17
1.3 Визначення кольоровості природних вод.....	18
2. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ РЕЧОВИН, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВЛАСТИВОСТІ ПРИРОДНИХ ВОД.....	23
2.1 Підготовка до аналізу.	28
2.2 Порядок виконання роботи.	28
2.3 Обробка результатів.	29
3. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ЖОРСТКОСТІ	30
3.1 Порядок виконання роботи.	31
3.2 Обробка результатів.	31
ЛІТЕРАТУРА	32

ПЕРЕДМОВА

«Нормування навантаження на природне середовище» – професійно орієнтована дисципліна, яка відноситься за напрямком «Водні біоресурси та аквакультура» 6.090201.

Дисципліна «Нормування навантаження на природне середовище» вивчає основи теорії екологічного нормування якості вод, основних параметрів екологічного моніторингу та видів забруднювальних речовин, значень гранично допустимих концентрацій нормативних показників якості вод для господарсько-питного, культурно-побутового та рибогосподарського водокористування з метою планування та екологічного обґрунтування розміщення рибогосподарських комплексів різного типу.

Загальний обсяг навчального часу визначається ОПП та ОКХ.

Отримані знання по дисципліні «Нормування навантаження на природне середовище» будуть використовуватись при вивченні дисциплін учбового плану по спеціальності “водні біоресурси”.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати нормування навантаження на рибогосподарські водойми, класифікацію забруднювальних речовин за їх впливом на природний режим водойм та гідро біонтів, що в них мешкають.

На основі отриманих теоретичних знань студенти повинні вміти оцінювати відповідність якості вод рибогосподарських водойм встановленим нормативам та можливість їх використання в рибогосподарських цілях, допустимі об'єми скиду в них забруднених вод, а також методи запобігання забруднення.

Дисципліна «Нормування навантаження на природне середовище» вивчається на базі знань, одержаних студентами при вивченні дисциплін учбового плану – гідрохімія, гідробіологія, загальна та спеціальна іхтіології, теорія динаміки стада риб та ін.

В даній методичній вказівці основна увага приділяється основним положенням нормування навантаження на природне середовище.

Теми лабораторних робіт входять до складу двох змістовних модулів і оцінюються за 45 бальною шкалою. Перед початком роботи студент вивчає теоретичну частину лабораторної роботи. Під час занять студенти відповідають на контрольні питання і отримання допуску до роботи, виконують досліди, оброблюють результати та оформлюють звіти.

Оцінювання лабораторної роботи включає правильно виконані досліди та усне опитування.

ВСТУП

Природними водами є складні системи, основу яких складає хімічна сполука, що має просту формулу H_2O .

Властивості води, тобто її якість, визначається складом і концентрацією окремих домішок, які можуть бути як природного, так і штучного походження. Природне походження хімічних сполук обумовлене внутрішньо водойминними процесами (процеси перетворення речовин впродовж всього життя організмів і розпаду органічних сполук після їх смерті, вимивання хімічних сполук з порід і так далі). Домішки антропогенного походження потрапляють у водоймища в результаті змиву їх з територій населених місць і сільськогосподарських угідь, з промисловими і комунально-побутовими стічними водами, викликаючи забруднення водних систем і порушуючи стан їх екологічної рівноваги. У природних водах вони можуть бути в завислому, колоїдному або розчиненому станах. Домішки в завислому стані є нерозчинними у воді суспензіями і емульсіями, в колоїдному – гідрофобні і гідрофільні органічні і мінеральні колоїдні частинки.

Якість води у водоймищі оцінюється на основі результатів хімічного, бактеріологічного і біологічного аналізів. Кожен з них має свої переваги і недоліки, вони не замінюють один одного, і найбільш достовірною оцінкою виходить при поєднанні всіх трьох методів.

Хімічні дослідження дозволяють оцінити величину і характер забруднення, його вплив на зміну якості води. Бактеріологічний аналіз дає можливість визначити вірогідність знаходження у воді патогенних мікроорганізмів. Біологічний аналіз допомагає встановити ступінь забруднення водоймища в цілому, дозволяючи у ряді випадків зафіксувати наслідки короточасного забруднення водоймища, яке не може бути зареєстроване фізико-хімічними і бактеріологічними дослідженнями.

Загальний порядок виконання лабораторних робіт:

1. Ознайомлення з теоретичною частиною по темі роботи.
2. Вивчення існуючих методик визначення запропонованих показників якості води. Вибір методики.
3. Підготовка необхідних приладів, апаратури і реактивів до аналізу.
4. Відповіді на контрольні питання і отримання допуску до роботи.
5. Проведення аналізу показників якості води.
6. Обробка результатів і оцінка похибки.
7. Оформлення звіту.
8. Захист лабораторної роботи.

Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Загальні відомості про методику визначення показників якості води.
3. Схеми лабораторних установок.
4. Таблиця результатів аналізів.
5. Обробка результатів вимірювань і оцінка похибки вимірювань.
6. Висновки.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Перед початком виконання лабораторних робіт з дисципліни «» студенти повинні пройти інструктаж з техніки безпеки, пожежної безпеки та поставити відмітку у журналі інструктажу з техніки безпеки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1.

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНИХ ВОД

Мета роботи: навчитися оцінювати фізичні властивості природних вод, освоїти методики органолептичного визначення показників її якості.

Загальні положення

До фізичних властивостей води відносяться температура, електропровідність, органолептичні показники (запах, смак, кольоровість, мутність).

Температура природних вод є результатом декількох процесів, що протікають у водному об'єкті, таких, як сонячна радіація, випаровування, теплообмін з атмосферою, перенесення тепла течіями, турбулентним перемішуванням вод і так далі.

Температура природних вод залежить від їх походження. Води підземних джерел відрізняються постійністю температури. Сезонні коливання температури стають менш різкими із збільшенням глибини залягання підземних вод. Температура вод відкритих водоймищ значно змінюється протягом року і по годинам доби.

Звичайне прогрівання поверхневих вод відбувається зверху вниз. Річний і добовий хід температури води на поверхні і глибинах визначається кількістю тепла, що надходить на поверхню, а також інтенсивністю і глибиною перемішування. Добові коливання температури можуть складати декілька градусів і зазвичай проникають на невелику глибину. На мілководді амплітуда коливань температури води близька до перепаду температури повітря.

Розподіл температури води в річці багато в чому зв'язаний із швидкістю течії. При інтенсивному перемішуванні температура води на різній глибині однакова. При сповільненій течії, на мілководді вода прогривається краще, і в цьому випадку температура води у берегів і на глибині може бути різною. Чим повноводніше річка, тим менше швидкість її течії і тим більше різниця температур в різних шарах води.

У водоймищах, як і у водотоках, спостерігається різниця температур по товщині водного шару. В цьому випадку вона обумовлена процесами перемішування води, на які величезний вплив робить форма улоговини водоймища. Чим дрібніше водоймище, більше відношення площі дзеркала до його глибини, тим сильніше дія вітру. У маленьких за площею, але

глибоких водоймищах перемішування води за рахунок вітрових течій виражене слабо.

Влітку та взимку в стоячих водоймищах спостерігається різниця температур верхніх і нижніх шарів води. Така розбіжність називається *температурною дихотомією*, а шари води, що мають різну температуру – *температурною стратифікацією*. Влітку спостерігається *пряма температурна стратифікація*, коли верхні шари води тепліші, ніж нижні.

Верхній шар води в озерах з вираженою температурною стратифікацією називається *епілімніон*, нижній, – *гіполімніон*, а шар температурного стрибка – *металімніон*. Температура епілімніону схильна до значних сезонних коливань, температура гіполімніона – більш постійна.

Взимку температура води гіполімніона близька до 4°C, оскільки при цій температурі вода має найбільшу густину. Поступове нагрівання води відбувається, починаючи з весняного танення льоду. При досягненні водою температури на поверхні водоймища 4°C, вона стає найбільш густою і опускається вниз, витісняючи з гіполімніона холоднішу воду. Результатом такої циркуляції води у водоймищі є порушення стратифікації. Температура на всіх рівнях стає однаковою, а відповідно і густина по всій товщі води. Настає гомотермія. При прогріванні верхніх шарів вони залишаються на поверхні, оскільки їх густина менша за густину шарів води, що знаходяться нижче. Встановлюється літня стратифікація.

Восени процес протікає в зворотному порядку. В наслідок охолодження води температура епілімніона наближається до температури гіполімніона. Настає осіння гомотермія. Зниження температури верхніх шарів води нижче 4°C приводить до зворотної температурної стратифікації.

Температура води – найважливіший чинник, який впливає на фізичні, хімічні, біохімічні і біологічні процеси, що відбуваються у водоймищі та від якого значною мірою залежать кисневий режим і інтенсивність процесів самоочищення. (Наприклад, при збільшенні температури на 10°C швидкість біохімічних процесів збільшується в 2–3 рази. Але на відміну від хімічних процесів біологічні потребують дуже повільної зміни температури з тим, щоб живі організми могли адаптуватися до такої зміни. Різкі зміни температури можуть спричинити загибель корисних мікроорганізмів). Значення температури використовують для обчислення ступеня насичення води киснем, лужності, стану карбонатно-кальцієвої системи, при багатьох гідрохімічних, гідробіологічних, особливо лімнологічних дослідженнях, при вивченні теплових забруднень.

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ВОДНОГО ОБ'ЄКТУ ЗА ОРГАНОЛЕПТИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ.

Органолептичні спостереження – це метод визначення стану водного об'єкту шляхом безпосереднього його огляду. При органолептичних спостереженнях особливу увагу звертають на явища, незвичайні для даного водоймища або водотоку, які свідчать про його забруднення: загибель риби і інших водних рослинних і тваринних організмів, виділення бульбашок газу з донних відкладів, поява підвищеної мутності, сторонніх забарвлень, запаху, цвітіння води, нафтової плівки і ін.

При органолептичному обстеженні водоймища визначають і його органолептичні властивості.

Органолептичні властивості води – це такі властивості, які визначаються за допомогою органів чуття: зору, смаку, нюху. До них відносяться: запах, смак, кольоровість і мутність води.

Органолептичні властивості води визначаються за стандартними методиками, що наводяться в Дості 3351-74.

Вода питна. Методи визначення смаку, запаху, кольоровості і мутності.

Органолептичні показники води включають нормативи для речовин:

- що зустрічаються в природних водах;
- що додаються до води в процесі обробки у вигляді реагентів;
- джерел водопостачання, що з'являються в результаті промислового, сільськогосподарського і побутового забруднень.

Запах – це властивість води викликати у людини і тварин специфічне роздратування слизистої оболонки носових ходів.

Природна вода має цілий букет ароматів (наприклад, озерна або річкова пахне свіжістю, вода лісового джерела – прілим листям, землею, цвіллю, морська – йодом, рибою). Запах води викликають летючі пахучі речовини, що поступають у воду в результаті процесів життєдіяльності водних організмів, при біохімічному розкладанні органічних сполук, при хімічній взаємодії компонентів, що містяться у воді, а також з промисловими, сільськогосподарськими і господарсько-побутовими стоками. Отже, запахи природних вод можуть бути *природного* і *штучного* походження.

До запахів *природного походження* відносять землистий, рибний, гнильний, сірчановодневий, ароматичний, болотний, глинистий і ін.,

штучного походження – хлорний, камфорний, аптечний, фенольний, хлорфенольний, запах нафтопродуктів.

На запах води чинять вплив:

- хімічний склад домішок,
- температура,
- *pH*,
- ступінь забрудненості водного об'єкта,
- біологічна обстановка,
- гідрологічні, геологічні умови місцевості,
- тип живлення водоймища і інші причини.

По запаху води можна визначити можливе джерело походження запаху (табл. 1).

Таблиця 1 – Можливі джерела походження запаху у водних об'єктах

Скорочення	Класифікація запаху	Приклади або можливе джерело походження запаху
1	2	3
<i>A</i>	ароматний або пряний	камфара, гвоздика, лаванда, лимон
<i>Aε</i>	огірковий	<i>Senura</i>
<i>У</i>	бальзамний або квітковий	герань, ірис, ваніль
<i>Bg</i>	геранієвий	<i>Asterionella</i>
<i>Bm</i>	настурція	<i>Aphanizomaenon</i>
	солодкуватий	<i>Coelosphaerium</i>
	фіалковий	<i>Mallomonas</i>
<i>З</i>	хімічний	промислові стічні води або хімічна обробка вод
<i>З</i>	хлорний	вільний хлор
<i>Ch</i>	вуглеводневий	стоки підприємств нафтопереробної промисловості
<i>Ст</i>	лікарський	феноли і йодоформ
<i>D</i>	неприємний (тухлих яєць)	сірководень
<i>Df</i>	рибний	<i>Uroglenopsis i Dinobryum</i>
<i>Dp</i>	гноювий	<i>Anabaena</i>
<i>Dj</i>	гнильний	стічні води, що застоюлися
<i>E</i>	землистий	сира земля
	торф'яний	Торф
	трав'янистий	лежала трава

1	2	3
<i>M</i>	затхлий	пріюча солома
<i>Mm</i>	плісеневий	сирий підвал
<i>V</i>	овочевий	коріння овочів

При проведенні аналізу природної води на наявність запаху спочатку встановлюють характер запаху природного походження, а потім штучного.

Проведення роботи за визначенням запаху вимагає дотримання наступних умов:

- а) повітря в приміщенні повинне бути без запаху;
- б) відсутність запаху від рук, одягу спостерігача;
- в) одній і тій же особі не можна проводити визначення запаху протягом тривалого часу, оскільки з'являється звичка до запаху.

Інтенсивність і характер запаху визначають за 5-бальною шкалою.

Вода має смак. Його букет формується в результаті діяльності багатьох організмів і за наявності мінеральних домішок. Природне походження смакових властивостей води може бути викликане наявністю в ній заліза, мангану, сірководня і ін., штучні смаки і присмаки обумовлені скиданням стічних вод.

Розрізняють чотири основні смаки води: солоний, гіркий, солодкий і кислий. Всі інші види смакових відчуттів називаються **присмаками**.

Солоний смак води обумовлений присутністю хлориду натрію, гіркий – сульфату магнію, кислий часто пояснюється надлишком розчиненої вуглекислоти (мінеральні води), залізистий присмак – додають розчинені солі заліза, лужний – поташ, сода, їдкі луги, терпкий – сульфат кальцію, солі мангану.

У табл. 2 наведені концентрації солей, що викликають різні смакові відчуття. Межа смакових відчуттів людини вельми висока (наприклад, хлорфенол виявляється на смак при концентрації 0,000004 мг/л).

Інтенсивність і характер смаків води визначають за 5-бальною системою.

Таблиця 2 – Порівняльна таблиця граничної концентрації солей.

Сіль	Концентрація, мг/дм ³	
	смак (без ясного уявлення) ледве відчутний	смак сприймається як поганий, відштовхуючий
1	2	3
<i>NaCl</i>	150	500 – солоний
<i>MgCl₂</i>	100	400 – гіркий
<i>MgSO₄</i>	200	500 – гіркий
<i>CaSO₄</i>	70	150 – терпкий

1	2	3
<i>KG</i>	350	700 – гіркий
<i>FeSO₄</i>	1,5	5,0 – залізистий
<i>MnCl₂</i>	2,0	4,0 – болотний
<i>FeCl₂</i>	0,3	0,5 – болотний

ПРОЗОРИСТЬ, КОЛЬОРОВІСТЬ, ЗАВИСЛІ РЕЧОВИНИ

Мутність води обумовлена присутністю в ній нерозчинених речовин неорганічного і органічного походження. Причиною мутності поверхневих вод, перш за все, є мули, кременева кислота, гідроксиди заліза і алюмінію, органічні колоїди, мікроорганізми і планктон. Якісне визначення проводять описово: слабка опалесценція; опалесценція; слабка, помітна і сильна муть.

Мутність визначають за різними методиками:

- нефелометричний метод,
- метод визначення мутності за допомогою мутноміра,
- фотометричне визначення мутності,
- визначення мутності по світлопроникності за допомогою приладу Снеллена (по шрифту або по хресту) і деякі інші.

Одиниця вимірювання мутності – мг/л, прозорості – сантиметри або метри.

Залежно від вмісту завислих речовин розрізняють річки з малою, середньою і великою каламутністю води. Мутність води пов'язана із швидкістю течії.

З погляду підготовки природної води значення має не тільки природа речовин, але і їх фізико-хімічний стан. Залежно від щільності і розмірів окремих частинок завислі речовини можуть випадати у вигляді осаду, спливати на поверхню води або залишатися в завислому стані (табл. 3). Відповідно до цього всі домішки підрозділяють на чотири групи.

Перша група – завислі речовини. Це нерозчинні у воді суспензії і емульсії, середній розмір частинок яких складає 0,1–0,001 мм. Вони кінетично нестійкі і знаходяться в завислому стані в силу гідродинамічної дії руху потоку. Саме ці домішки обумовлюють мутність води.

Таблиця 3 – Розміри і час осадження завислих частинок

Домішки	Діаметр частинок, мм	Гідравлічна крупність, мм/с	Час осадження частинок в стовпі води заввишки 1м
Гравій	30	425	1 с.
Пісок	1	100	10 с.
Дрібний пісок	0,1	7	2 хв.
Глина	0,01	0,066	2 години
Бактерії	0,001	0,005	8 діб
Колоїдні частинки	0,0001	0,00044	2 роки
Теж	0,00001	0,000007	20 років

Друга група – колоїдно-розчинені домішки і високомолекулярні органічні сполуки з розмірами 0,001–0,0001 мм. Колоїдні частинки природного характеру – частинки ґрунтів, колоїдні сполуки заліза і гумус, що утворюється в результаті хімічного і біохімічного розкладання рослинних залишків безпосередньо у водоймищі. До колоїдних домішок антропогенного походження відносяться детергенти, віруси і ін., які за своїми розмірами близькі до колоїдів. Наявність колоїдних домішок у воді збільшує її мутність.

Третя група домішок – це молекулярно-розчинені речовини з розмірами частинок 0,0001–0,00001 мм, у тому числі і газу, які практично завжди містяться в природній воді. Головні з них – кисень і вуглекислий газ. У забруднених водних об'єктах може бути присутнім сірководень.

Четверта група домішок – речовини, які у воді дисоціюють на іони, з розмірами частинок менше 0,00007 мм. Головним чином цю групу представляють солі. Їх концентрація визначає ступінь мінералізації води. Загальний вміст солей у воді приблизно оцінюється за величиною сухого залишку. Повніше уявлення про склад домішок цієї групи дає вивчення іонного складу води. Для більшості природних вод загальний солевміст достатньо точно визначається катіонами і аніонами (SO_2 , Cl , Ca , Na).

Іонний склад води обумовлює один з найважливіших показників її якості – *лужність*.

Під *зв'язаними речовинами* зазвичай розуміють грубодисперсні домішки, присутні в природних водах. Вони складаються з частинок глини, піску, мула, суспензій органічних і неорганічних речовин, планктону і інших мікроорганізмів. Концентрація завислих частинок пов'язана з сезонними змінами і режимом стоку і залежить від танення снігу, порід, що складають русло, а також від антропогенних чинників, таких як розробки корисних копалин і тому подібне. Завислі у воді

частинки впливають на прозорість води і на проникнення в неї світла, температуру, розчинені компоненти поверхневих вод, адсорбцію токсичних речовин, а також на склад, розподіл відкладень і швидкість їх осадження. Вода, в якій багато завислих частинок, не підходить для рекреаційного використання з естетичних міркувань.

Прозорість (або світлопроникнення) природних вод обумовлена їх кольоровістю і каламутністю, тобто вмістом в них різних забарвлених і завислих органічних і мінеральних речовин. Мірою прозорості служить висота стовпа води, при якій можна спостерігати білу пластину певних розмірів (диск Секки), що опускається у водоймище, або розрізняти на білому папері шрифт певного розміру і типу (як правило, шрифт середньої жирності заввишки 3,5 мм). Результати виражаються в сантиметрах з вказівкою способу вимірювання.

Визначення прозорості води – обов'язковий компонент спостережень за станом водних об'єктів. Збільшення кількості грубодисперсних домішок і мутності характерний для забруднених і евтрофних водоймищ. Залежно від ступеня прозорості води водоймища можна класифікувати відповідно до табл. 4.

Таблиця 4 – Класифікація водоймищ за ступенем прозорості води.

Трофність водоймища	Клас якості	Прозорість, м
Оліготрофні	1 (дуже чиста вода)	<6
Мезотрофні	2 (чиста вода)	<4
Слабка трофність	3 (значна забрудненість)	<2
Сильна трофність	4 (значніша забрудненість)	<1
Політрофність	5 (забруднена вода)	<0,5
Гіпертрофність	6 (дуже забруднена вода)	<0,5

Між вмістом завислих речовин у воді і її прозорістю немає прямої залежності, оскільки прозорість залежить не тільки від кількості завислих речовин, але і від ступеня їх дисперсності. Проте таку залежність можна встановити для конкретної води шляхом ряду паралельних визначень прозорості і концентрації завислих речовин.

Кольоровість води (або її забарвлення) обумовлена вмістом у воді домішок мінерального характеру: гумусових і дубильних речовин, білково– і вуглеводоподібних сполук, жирів, органічних кислот і органічних сполук, що входять до складу гідробіонтів і є продуктами їх життєдіяльності або розпаду. Разом з цим забарвлення вод може бути пов'язане з присутністю сполук заліза, стічних вод деяких виробництв або "цвітінням" водоймищ. Розрізняють "**істинний**" колір води та колір який "**здається**". "Істинний" колір обумовлений тільки розчиненими речовинами, той що "здається" – викликаний присутністю у воді колоїдних і завислих частинок, співвідношення між якими багато в чому визначається величиною *pH*.

Кольоровість природних вод обумовлена зазвичай *гумусовими речовинами*. Нерозчинні гумусові речовини ґрунту присутні в природних водах лише в завислому стані. У колоїдному і істинно розчиненому стані присутні гумусові кислоти, головним чином у вигляді солей і лужноземельних металів. Головне джерело надходження гумусових кислот в природні води – ґрунти і торф'яники, з яких вони вимиваються дощовими і болотяними водами. Значна частина гумусових кислот вноситься до водоймищ разом з пилом і утворюється безпосередньо у водоймищі в процесі трансформації "живої органічної речовини".

Гумусові кислоти в поверхневих водах можуть знаходитися в розчиненому, завислому і колоїдному станах. Співвідношення між цими станами визначається хімічним складом вод, *pH*, біологічною ситуацією у водоймищі і іншими чинниками.

Вміст гуминових кислот в поверхневих водах зазвичай не перевищує 0,0001 мг/л по вуглецю, підвищуючись в природних водах лісових і болотистих місцевостей і додаючи їм характерний бурий колір. У воді багатьох річок гуминові кислоти не виявляються.

Фульвокислоти добре розчиняються у воді. Висока кольоровість води погіршує її органолептичні властивості і робить негативний вплив на розвиток водних організмів.

Кольоровість води вимірюється в градусах платиново-кобальтової шкали (ПКШ). Колір розчину, що містить 2,49 г K_2PtCl_6 2,08 г CoC_2 в 1 л води, прийнятий за 1000 умовних градусів кольоровості. Для визначення кольоровості застосовують прилади, дія яких заснована на вимірюванні оптичної щільності води (фотоелектроколометри і спектрофотометри). Простий спосіб визначення кольоровості води заснований на порівнянні досліджуваної проби з кольором дистильованої води. Для такого експрес–визначення необхідні 2 хімічних циліндра заввишки 20 см, лист білого паперу, паперовий фільтр. Природну воду фільтрують через паперовий фільтр в об'ємі не менше 40 мл і поміщають в циліндр. В інший циліндр наливають воду, що дистилує, в такому ж об'ємі. Порівнюють циліндри з

водою над листом чистого білого паперу. Наприклад, для пиття придатна вода, якщо забарвлення її не виявляється при висоті стовпа більше 20 см.

Питання для самоконтролю

1. Які якості води відносять до групи фізичних властивостей?
2. Які природні чинники впливають на утворення і зміну температури водного об'єкту (річки, озера)?
3. Які методи досліджень відносяться до органолептичних? Перерахуйте органолептичні властивості води. Одиниці вимірювання?
4. Які чинники впливають на запах, смакові властивості та кольоровість води? Мутність і прозорість води?
5. Які смаки води Ви знаєте? Що називають присмаком води?
6. Наведіть класифікацію завислих речовин залежно від їх щільності і розмірів частинок?
7. Чим обумовлена кольоровість природних вод? Поясніть поняття "істинний" колір води і колір, що "здається".
8. Які кислоти називають гумусовими? Який вплив вони роблять на органолептичні властивості води?
9. Яким чином органолептичні властивості води впливають на життєдіяльність тваринних і рослинних організмів?

Порядок виконання роботи

1.1 Визначення температури води та запаху.

1. Температуру води визначають у відібраній пробі або у водоймищі. Для цього необхідно помістити термометр в досліджувану воду і витримати його у воді не менше 5 хв. Виразити температуру в градусах з точністю до 0,1.
2. Визначення запаху.
3. Прилади, посуд, реактиви.
4. Колби плоскодонні з притертими пробками місткістю 250–350 мл, ДОСТ 1770.
5. Годинникове скло.
6. Водяна баня.
7. Характер запаху води визначають відчуттям сприйманого запаху (землистий, хлорний, нафтопродуктів і ін.).
8. Визначення запаху води проводять при 20°C і 60°C.
9. Визначення запаху при 20°C.

10. У колбу відміряти 100 мл досліджуваної води з температурою 20°C. Колбу закрити пробкою. Вміст колби кілька разів перемішати обертальними рухами, після чого колбу відкрити і визначити характер і інтенсивність запаху.
11. Визначення запаху при 60°C.
12. У колбу відміряти 100 мл досліджуваної води. Шийку колби закрити годинниковим склом і підігріти на водяній бані до 50–60°C. Вміст колби кілька разів перемішати обертальними рухами. Зрушуючи скло убік, швидко визначити характер і інтенсивність запаху.
13. Інтенсивність запаху води при 20°C і 60°C оцінити за 5–бальною шкалою.

Таблиця 5 – Шкала оцінки інтенсивності запаху води

Інтенсивність запаху	Характер прояву запаху	Оцінка, бал
Немає	Запах не відчувається	0
Дуже слабка	Запах не відчувається, але виявляється при лабораторному дослідженні	1
Слабка	Запах помітний, якщо звернути на це увагу	2
Помітна	Запах легко помітний і викликає несхвальний відгук про воду	3
Виразна	Запах звертає на себе увагу і примушує утриматися від пиття	4
Дуже сильна	Запах настільки сильний, що робить воду непридатною до вживання	5

1.2 Визначення смаку.

1. Смак визначають в сирій воді (при узятті проби), за винятком води відкритих водоймищ і джерел, сумнівних в санітарному відношенні.
2. Пробу сирої води на смак проводити тільки при упевненості в її нешкідливості !!!
3. У сумнівних випадках, коли можна чекати наявності в природній воді хвороботворних мікроорганізмів, воду слід заздалегідь прокип'ятити протягом 5 хвилин, потім охолодити до 20°C і потім вже пробувати на смак.

Порядок виконання роботи

1. Досліджувану воду набрати в рот малими порціями, не проковтуючи, і затримати протягом 3–5 с.
2. Інтенсивність смаку і присмаку визначити при 20°C і оцінити за 5–бальною шкалою.

Таблиця 6 – Шкала оцінки інтенсивності смаку і присмаку води

Інтенсивність смаку і присмаку	Характер прояву смаку і присмаку	Оцінка, бал
немає	не відчуються	0
дуже слабка	не відчуються, але виявляються при лабораторному дослідженні	1
слабка	помітні, якщо звернути на них увагу	2
помітна	легко помітні і викликають несхвальний відгук про воду	3
виразна	звертають на себе увагу і примушують утриматися від пиття	4
дуже сильна	настільки сильні, що роблять воду непридатною для вживання	5

1.3 Визначення кольоровості природних вод.

1. Кольоровість води визначають фотометрично – шляхом порівняння досліджуваної рідини з розчинами, що імітують колір природної води.
2. Прилади, посуд, реактиви.
3. Фотоапектроколориметр з синім світлофільтром ($\lambda = 413$ нм).
4. Кювети з товщиною що поглинає світло шаруючи 5–10 см.
5. Колби мірні місткістю 1000 мл, ДОСТ 1770.
6. Піпетки мірні місткістю 1, 5, 10 мл з поділками на 0,1 мл, ДОСТ 29227.
7. Циліндри Несслера по 100 мл.
8. Біхромат калія, ДОСТ 4220.
9. Сульфат кобальту, ДОСТ 4462.
10. Кислота сірчана густиною 1,84 г/мл, ДОСТ 4204.
11. Дистильована вода, ДОСТ 6709.
12. Фільтри мембранні №4.

13. Всі реактиви повинні бути кваліфікації ч.д.а.
14. Підготовка до аналізу.
15. Приготування основного стандартного розчину (розчин №1): 0,0875 г.
16. біхромату калія ($K_2Cr_2O_7$), 2,0 г сульфату кобальту ($CoSO_4 \cdot 7H_2O$) і 1 мл сірчаної кислоти розчинити у дистильованій воді і довести об'єм розчину до 1 л. Отриманий розчин відповідає кольоровості 500.
17. Приготування розбавленого розчину сірчаної кислоти (розчин №2): 1 мл концентрованої сірчаної кислоти розвести водою, що дистилує, до 1 л.
18. Для приготування шкали кольоровості використовують набір циліндрів Несслера місткістю 100 мл. У кожному циліндрі змішати розчин № 1 і розчин № 2 у співвідношенні, вказаному на шкалі кольоровості.

Таблиця 7 – Шкала кольоровості

Розчин	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14
Розчин	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	85
Градуси	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70

Розчин в кожному циліндрі відповідає певному градусу кольоровості. По ДОСТу 3351–74 шкалу кольоровості слід зберігати в темному місці і замінювати її через кожних 2–3 місяці.

Градуювальний графік будують за шкалою кольоровості і зміряним за допомогою фотоелектроколометра значенням оптичної щільності сумішей стандартних розчинів.

Порядок виконання роботи

1. Через мембранний фільтр профільтрувати відібрану на аналіз воду. 100 мл цієї води відміряти в циліндр Несслера і порівняти з шкалою кольоровості. Порівняння провести на білому фоні. Якщо досліджувана проба води має кольоровість вище 70° , її необхідно розбавити дистильованою водою. Розбавлення проводять до моменту отримання забарвлення досліджуваної води, яку порівнюють із забарвленням шкали кольоровості.
2. Отриманий результат помножити на число, відповідне розбавленню.

3. При визначенні кольоровості за допомогою електрофотоколориметра використовувати кювети з товщиною поглинаючого світло шару 5–10 см. Контрольною рідиною служить дистильована вода. Зміряти оптичну густину фільтрату досліджуваної води синій частини спектру зі світлофільтром при $\lambda = 413$ нм.
4. Визначити кольоровість по градуювальному графіку і виразити її в градусах ПКШ.

Прилади, посуд, реактиви

1. Фотоелектроколориметр КФК–2 із зеленим світлофільтром ($\lambda = 530$ нм).
2. Кювети з товщиною поглинаючого шару 50 мм.
3. Центрифуга лабораторна медична ОПН–8.
4. Пробірки до центрифуги об'ємом: 5мл – 8шт., 10мл – 4шт., 25мл – 4шт.
5. Дистильована вода.
6. Колби конічні, об'ємом 250 мл.
7. Стакани хімічні, об'ємом 150 мл.
8. Циліндр Снеллена.
9. Шрифт Снеллена.
10. Фотометричне визначення.

Вимірювання проводяться на фотоелектроколориметрі КФК–2, призначеному для вимірювання коефіцієнтів пропускання і оптичної щільності рідких розчинів і твердих тіл, а також визначення концентрацій речовин в розчинах методом побудови градуювальних графіків.

Колориметр дозволяє також проводити вимірювання коефіцієнтів пропускання розсіюючих суспензій, емульсій і колоїдних розчинів в світлі, що проходить.

Для визначення мутності вимірюють коефіцієнт світлопропускання або оптичну густину проби. Принцип вимірювання коефіцієнта пропускання полягає в тому, що на фотоприймач прямують по черзі світлові потоки повний F_{oi} і що пройшов через досліджуване середовище F_i , і визначається відношенням цих потоків. Відношення потоків є коефіцієнт пропускання t досліджуваного розчину.

$$t = \frac{F_i}{F_{oi}} \cdot 100\%$$

На колориметрі це відношення визначається таким чином. Спочатку в світловий пучок поміщають кювету, з центрифугованою досліджуваною

водою. Зміною чутливості колориметра добиваються, щоб звіт за шкалою коефіцієнтів пропускання (верхня шкала) колориметра h_1 був рівний 100 ДЕН. Таким чином, повний світловий потік F_{oi} умовно приймається рівним 100%. Потім, в світловий пучок поміщають кювету з досліджуваною добре збовтаною водою. Отриманий відлік h_2 за шкалою коефіцієнтів пропускання колориметра відповідатиме Ft – Отже, коефіцієнт пропускання досліджуваного розчину в % буде рівний h_2 , тобто $t \% = \Pi_2$

Оптична густина визначається за нижньою шкалою приладу або за формулою

$$L = -\lg \frac{F_i}{F_{oi}} = -\lg \frac{t}{100} = 2 - \lg t$$

Мутність аналізованої води оцінюють по калібрувальному графіку. Для побудови калібрувальної кривої в кювету з тією ж товщиною шару послідовно поміщають стандартні суспензії, що містять двоокис кремнію в різних концентраціях 0.15; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 5.0 мг/л і вимірюють їх оптичну густина.

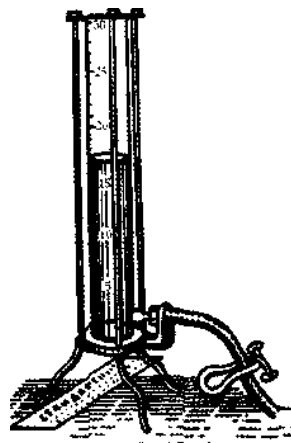


Рис. 1 – Прилад Снеллена для визначення прозорості "по шрифту"

Прозорість визначають, вимірюючи висоту стовпа досліджуваної води, при якій шрифт, що знаходиться під дном циліндра, перестає бути видимим (або, навпаки, стає видимим) при розгляді зверху вниз.

Для визначення прозорості користуються приладом Снеллена (рис. 1), який є циліндром заввишки 30 см діаметром 2,5–3,0 см, встановлений на відстані 40 мм над шрифтом з висотою букв 3,5 мм. Визначення проводять в добре освітленому приміщенні, але не при прямому сонячному світлі.

Результати визначення мутності води

Характеристика досліджуваної води	№ досвіду	Оптична густина	Прозорість "по шрифту"	Мутність, мг/л		Примітка
				по оптичній щільності	по прозорості	

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2.

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ РЕЧОВИН, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВЛАСТИВОСТІ ПРИРОДНИХ ВОД

Мета роботи: ознайомлення з методиками і придбання практичних навиків визначення вмісту в природних водах речовин, що роблять вплив на її властивості.

Загальні положення

Хімічні показники, які впливають на органолептичні властивості води: сполуки феруму, мангану, купруму, цинку, фосфати, хлориди, сульфати, а також жорсткість води, мінералізація води (загальний солевміст) і pH .

Для поверхневих вод, що містять невеликі кількості діоксиду вуглецю, характерна лужна реакція.

Зміни pH тісно пов'язані з процесами фотосинтезу із-за споживання CO_2 водною рослинністю і може істотно коливатися протягом доби. Джерелом іонів водню є також гумусові кислоти, присутні в ґрунтах.

Для природних вод показник pH досить стійкий. Розчинені карбонати є своєрідним буфером, який перешкоджає різким змінам цього показника. У м'якій воді, де зміст карбонатів малий, у міру насичення води вуглекислим газом показник pH зменшується. Отже, м'які води не сприяють стійкості pH -потенціала. В період інтенсивного фотосинтезу показник pH може збільшуватися до 10-11. Особливо таке збільшення характерне для поверхневих шарів водоймища, багатих вищою водною рослинністю.

У багатих життям водоймищах pH води коливається протягом доби. Вночі, при насиченні води вуглекислою, що виділяється в процесі дихання, pH знижується, вдень CO_2 споживається при фотосинтезі, і pH підвищується. Амплітуда коливань pH може досягати 2,5.

В залежності від значення pH природні води можна розділити на сім груп (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Групи природних вод в залежності від значення *pH*.

Характеристика вод	<i>pH</i>	Впливаючі чинники
Сильнокислі	<3	Результат гідролізу солей важких металів (шахтні і копальневі води)
Кислі	3...5	Надходження у воду вугільної кислоти, фульвокислот і інших органічних кислот в результаті розкладання органічних речовин
Слабокислі	5...6,5	Присутність гумусових кислот в ґрунті і болотяних водах (води лісової зони)
Нейтральні	6,5...7,5	Наявність у водах $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$
Слаболужні	7,5...8,5	–
Лужні	8,5...9,5	Присутність Na_2CO_3 або $NaHCO_3$
Сильнощелочні	>9,5	–

Можна виділити декілька етапів процесу закислення водних об'єктів:

1. *pH* практично не змінюється (іони бікарбонату встигають повністю нейтралізувати іони **ОЩ**). Так продовжується до тих пір, поки загальна лужність у водоймищі не впаде приблизно в 10 разів до величини менше 0,1 моль/л.
2. Закислення водоймища *pH* води зазвичай не піднімається вище 5,5 протягом всього року. На цьому етапі закислення відбуваються значні зміни у видовому складі живих організмів.
3. Закислення *pH* водоймищ стабілізується на значеннях $pH < 5$ (зазвичай $pH = 4,5$), навіть якщо атмосферні опади мають вищі значення *pH*.

Під **лужністю природних вод** розуміють здатність деяких їх компонентів зв'язувати еквівалентну кількість сильних кислот. Лужність обумовлена наявністю у воді аніонів слабких кислот (карбонатів, гідрокарбонатів, силікатів, борату, сульфідів, гідросульфідів, сульфідів, гідросульфідів, аніонів гуминових кислот, фосфатів). Їх сума називається **загальною лужністю**.

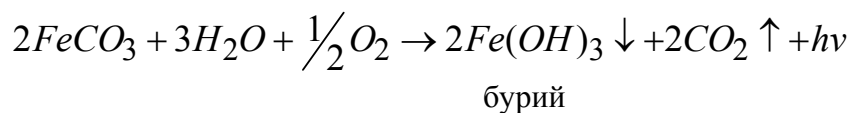
Класифікація природних вод по мінералізації приводиться в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Класифікація природних вод за мінералізацією

Категорія вод	Мінералізація, г/л	Солоність ‰
1	2	3
Ультрапрісні	<0,2	<0,2
Прісні	0,2-0,5	0,2-0,5

1	2	3
Води з підвищеною мінералізацією	0,5-1,0	0,5-1,0
Солонуваті	1,0-3,0	1,0-3,0
Солоні	3-10	3-10
Води підвищеної солоності	10-35	10-35
Розсоли	>35	>35

Ферум. Головне джерело сполук заліза в поверхневих водах – процеси хімічного вивітрювання гірських порід, що супроводжуються їх механічним руйнуванням і розчиненням. Ферум присутнє у воді водоймищ найчастіше у вигляді розчинних закисних солей карбонатів $Fe(HCO_3)_2$ і $FeCO_3$. У присутності кисню ці солі переходять в гідроксид заліза:



Реакція може проходити як хімічним шляхом так і під впливом мікроорганізмів. Основна форма Fe^{+3} в поверхневих водах це його комплекси з розчиненими неорганічними і органічними з'єднаннями, головним чином, гумусовими речовинами. Ферум є біологічно активним елементом і значно впливає на інтенсивність розвитку фітопланктону і видовий склад мікрофлори у водоймищі. Концентрація заліза змінюється в залежності від сезонів року.

Манган в природних умовах знаходиться переважно у вигляді оксидів, практично нерозчинних у воді. У поверхневі води надходить в результаті вилуговування феруммарганцевих руд і інших мінералів, що містять марганець (наприклад, піролюзит, псиломелан, брауніт, манганит, чорна охра). Значні кількості мангану потрапляють у водоймища в процесі розкладання гідробіонтів, особливо синьо-зелених, діатомових водоростей і вищих водних рослин. Сполуки мангану виносяться у водоймища із стічними водами марганцевих збагачувальних фабрик, металургійних заводів, підприємств хімічної промисловості і з шахтними водами.

Пониження концентрації іонів мангану в природних водах відбувається в результаті реакції окислення:



Роль мангану для вищих рослин і водоростей полягає в утилізації CO_2 рослинами, що підвищує інтенсивність фотосинтезу; він бере участь в

процесах відновлення нітратів і асиміляції азоту рослинами. Марганець сприяє переходу активного Fe^{+2} до Fe^{+3} , чим оберігає клітку від отруєння, прискорює зростання організмів і так далі.

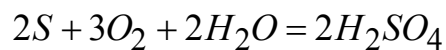
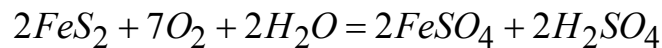
Купрум – один з найважливіших мікроелементів. Фізіологічна активність міді пов'язана з включенням її до складу активних центрів окислювально-відновних ферментів. Недостатній вміст міді в ґрунтах негативно впливає на синтез білків, жирів і вітамінів і сприяє безпліддю рослинних організмів. Купрум бере участь в процесі фотосинтезу і впливає на засвоєння азоту рослинами. Разом з тим, надмірні концентрації міді негативно впливають на водні організми. Основним джерелом надходження міді в природні води є стічні води різних підприємств, реагенти, використовувані для знищення водоростей. У природних водах найчастіше зустрічаються сполуки Cu^{+2} . Із сполук Cu^{+} найбільш поширені важкорозчинні у воді Cu_2O , Cu_2S , $CuCl$. Вміст міді в природних водах коливається від 0,002 до 0,030 мг/л. Підвищені концентрації міді (до декількох грамів в літрі) характерні для кислих вод копалень.

Плюмбум. Значне підвищення вмісту плюмбуму в навколишньому середовищі (у тому числі і в поверхневих водах) пов'язане із спалюванням вугілля, застосуванням тетраетилплюмбуму як антидетонатор в моторному паливі; з винесенням у водні об'єкти з промисловими стічними водами. Пониження концентрації відбувається в процесі адсорбції плюмбуму зваженими речовинами і осадження з ними в донні відкладення. Як і деякі інші метали, плюмбум може витягуватися і накопичуватися гідробіонтами. Плюмбум знаходиться в природних водах в розчиненому і завислому стані. В розчиненій формі зустрічається у вигляді мінеральних і органо-мінеральних комплексів, а також простих іонів, в нерозчинній - у вигляді сульфідів, сульфатів і карбонатів. Плюмбум - промислова отрута, здатна за несприятливих умов виявитися причиною отруєння, володіє кумулятивними властивостями. Різні види гідробіонтів володіють неоднаковою стійкістю до дії на них токсичних речовин. Наприклад, сполуки плюмбуму викликають загибель планктонних рачків при концентрації 0,5 мг/л, а риби – 10-150 мг/л.

Цинк також може потрапляти у водоймища природним і штучним шляхом. Головним чином цинк у воді існує в іонній формі і у формі його мінеральних і органічних комплексів. Іноді цинк зустрічається в нерозчинних формах: у вигляді гідроксиду, карбонату, сульфиду та інші. У річкових водах концентрація цинку зазвичай незначна і коливається від

0,003 до 0,120 мг/л. Цинк належить до активних мікроелементів, які впливають на зростання і нормальний розвиток організмів. В той же час сполуки цинку токсичні, перш за все, його сульфати і хлориди.

Сульфур. Головним джерелом надходження сульфатів в поверхневі водоймища є процеси вивітрювання і розчинення сірковмісних мінералів, в основному гіпсу, а також процеси окислення сульфідів і сірки:



У великих кількостях сульфати містяться в шахтних водах і в стоках

Питання для самоконтролю:

1. Поясніть вплив зміни величини pH води на життєдіяльність водних організмів?
2. Чим обумовлені карбонатна і некарбонатна жорсткості води? Способи їх визначення і видалення. Одиниці вимірювання жорсткості, їх взаємозв'язок.
3. Що характеризує поняття "мінералізація води"? Які її одиниці вимірювання?
4. У яких формах зустрічається ферум, марганець та інші хімічні елементи в природних водах?
5. Перерахувати чинники, що впливають на присутність мангану та інших хімічних елементів в природних водах.
6. Який вплив мають сполуки заліза, мангану, міді, цинку і плюмбуму на внутрішньоводоймні процеси?
7. Поясніть механізми перетворення сполук мангану в аеробних і анаеробних умовах.
8. Назвіть шляхи надходження у водний об'єкт міді, цинку, плюмбуму, заліза, мангану. Який вплив роблять ці речовини на життєдіяльність гідробіонтів.
9. У яких формах може бути присутньою сульфур в природних водах? Поясніть роль сульфатів в круговороті сульфуру.

Прилади, посуд, реактиви

1. Фотоколориметр з фіолетовим світлофільтром ($\lambda = 400-430$ нм).
2. Кювети з товщиною робочого шару 2-5 см.

3. Ваги аналітичні лабораторні, клас точності 1, 2 (ДОСТ № 24104).
4. Колби мірні 2-го класу, місткістю 50, 100, 1000 мл (ДОСТ № 1770).
5. Піпетки мірні місткістю 50 мл і піпетки мірні з ціною найменшого ділення 0,1-0,05 мл, місткістю 1, 5 і 10 мл, 2-го класу по нормативно-технічному документу.
6. Колби скляні лабораторні конічні місткістю 100 мл, типу Кн, ДОСТ № 25336.
7. Хлорид амонія, ДОСТ № 3760, 25%-й розчин.
8. Галун залізо-аммонійніє.
9. Кислота соляна густиною 1,19 г/мл, ДОСТ № 3118.
10. Кислота сульфосалицилова, ДОСТ № 4478.
11. Вода дистильована, ДОСТ № 6709.

2.1 Підготовка до аналізу.

Приготування основного стандартного розчину ферумаммонійних **квасцов** ($FeNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) 0,8636 г ферумаммонійних **квасців** розчиняють в колбі місткістю 1 л в невеликій кількості води, що дистилує, додають 2,00 мл соляної кислоти і доводять до мітки цією водою (1 мл розчину містить 0,1 міліграм заліза).

Приготування робочого стандартного розчину ферумаммонійних **квасцов**: робочий розчин готують в день проведення аналізу розбавленням основного розчину в 20 разів (1 мл розчину містить 0,005 міліграм заліза).

Приготування розчину сульфосалицилової кислоти: 20 г сульфосалицилової кислоти розчиняють в колбі місткістю 100 мл в невеликій кількості води, що дистилує, і доводять цією водою до мітки.

Приготування розчину хлориду амонія концентрації 2 моль/л: 107 г NH_4Cl розчиняють в колбі місткістю 1 л в невеликій кількості води, що дистилує, і доводять цією водою до мітки.

Приготування розчину аміаку (1:1): 100 мл 25%-ного розчину аміаку підливають до 100 мл води, що дистилує, і перемішують.

2.2 Порядок виконання роботи.

У конічну колбу місткістю 100 мл відібрати 50 мл досліджуваної води (якщо масова концентрація заліза не більше 2 мг/л, при більшій - розбавити дистильованою водою). Додати 0,20 мл соляної кислоти (якщо проба не була законсервована кислотою), нагрівати до кипіння. Випарити пробу до об'єму 35-40 мл. Розчин охолодити до кімнатної температури, перенести в колбу місткістю 50 мл, при цьому обполіскуючи посуд 2-3 рази по 1 мл дистильованою водою, зливаючи ці порції в ту ж мірну колбу.

До розчину додати 1,0 мл хлориду амонія, 1,0 мл сульфосалицилової кислоти, 1,0 мл розчину аміаку (1:1), ретельно перемішуючи після додавання кожного реактиву. По індикаторному паперу визначити значення pH розчину. Воно повинне бути > 9 . Якщо pH менше 9, то додати ще 1-2 краплі розчину аміаку (1:1) до $pH > 9$.

Об'єм розчину довести до мітки дистильованою водою, залишити на 5 мін для розвитку забарвлення. Зміряти оптичну густину забарвлених розчинів, використовуючи фіолетовий світлофільтр ($\lambda \sim 400-430$ нм) і кювети з товщиною оптичного шару 2, 3 або 5 см, по відношенню до 50 мл води, що дистилує, в яку додані ті ж реактиви. Масову концентрацію загального заліза знайти по градуювальному графіку.

Побудувати градуювальний графік. Для цього в ряд мірних колб місткістю 50 мл налити 0,0; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0 мл робочого стандартного розчину, довести до мітки дистильованою водою, перемішати і проаналізувати, як досліджувану воду. Таким чином отримують шкалу розчинів, відповідних масовим концентраціям заліза 0,0; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мг/мл. Побудувати градуювальний графік, відкладаючи по осі абсцис масову концентрацію заліза, а по осі ординат - відповідні значення оптичної щільності. (Побудову градуювального графіка слід повторювати для кожної партії реактивів.)

2.3 Обробка результатів.

Масову концентрацію заліза (X) в аналізованій пробі, мг/мл, з урахуванням розбавлення обчислюють за формулою:

$$X_1 = \frac{C \cdot 50}{V},$$

де X_1 – концентрація заліза, знайдена по градуювальному графіку, мг/мл;

V – об'єм води, узятий для аналізу, мл;

50 – об'єм, до якого розбавлена проба, мл.

За остаточний результат визначення приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних вимірювань. Допустима розбіжність між ними не повинна перевищувати 25 % при масовій концентрації заліза на рівні граничної допустимої. Результат округляють до двох значущих цифр.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3.

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ЖОРСТКОСТІ

Прилади, посуд, реактиви

1. Посуд мірний лабораторний скляна ємкість: піпетки 10, 25, 50 і 100 мл без ділень; бюретка 25 мл, ДОСТ №1770.
2. Колби конічні, ДОСТ № 25336 місткістю 250-300 мл.
3. Крапельниця, ДОСТ № 25336.
4. ТРИЛОН Б, ДОСТ № 10652.
5. Хлорид амонія.

Суть методу

Метод заснований на утворенні міцного комплексного сполуки Трилону Б з іонами кальцію і магнію. Визначення проводять титруванням проби Трилоном Б при $pH = 10$ при наявності індикатора.

3.1 Порядок виконання роботи.

При визначенні загальної жорсткості води вплив, що заважає, можуть робити: купрум, цинк, марганець і високий вміст вуглекислих і двовуглекислих солей. Вплив речовин, що заважають, усувають в ході аналізу. Погрішність при титруванні 100 мл проби складає $0,05 \text{ моль/м}^3$. У конічну колбу відібрати 100 мл відфільтрованої досліджуваної води (або об'єм, розбавлений до 100 мл дистильованою водою). При цьому сумарна кількість речовини еквівалента іонів кальцію і магнію в узятому об'ємі не повинна перевищувати 0,5 міль. Додати 5 мл буферного розчину, 5-7 крапель індикатора або приблизно 0,1 г сухої суміші індикатора хромогена чорного з сухим *Nad*. Відразу почати титрування (при сильному збовтуванні) 0,05 н. розчином Трилону Б до зміни забарвлення в еквівалентній крапці. Забарвлення повинне стати сині із зеленуватим відтінком. Якщо на титрування витрачено більше 10 мл 0,05 н. розчину трилона Б, то це указує, що у відміряному об'ємі води сумарна кількість речовини еквівалента іонів кальцію і магнію більше 0,5 моль. В цьому випадку визначення повторити, узявши менший об'єм води і розбавивши його до 100 мл дистильованою водою.

Нечітка зміна забарвлення в еквівалентній крапці указує на присутність міді і цинку. Для усунення впливу цих речовин, що заважає, до відміряної проби води додати 1-2 мл розчину сульфїду натрію.

Визначення повторити, як вказано вище. Якщо титрувальний розчин поступово обезбарвлюється і набуває сірого кольору, то в пробі присутній марганець. Тому до пробки води до внесення реактивів додати 5 крапель 1%-ного розчину гідроксилами і далі визначати жорсткість, як вказано вище. Якщо синьо-зелене забарвлення в еквівалентній крапці не з'являється протягом довгого періоду часу, то вплив, що заважає, на визначення надає висока лужність води. Розчину соляної кислоти в об'ємі, необхідному для нейтралізації лужності води з подальшим кип'яченням або продуванням отриманого розчину повітрям протягом 5 хв потім додати буферний розчин, індикатор і визначити жорсткість за приведеною вище методикою.

3.2 Обробка результатів.

Загальну жорсткість води (X), моль/л, обчислюють за формулою

$$X = \frac{v \cdot 0,05 \cdot K \cdot 1000}{V},$$

де v – кількість розчину Трилону Б, витрачена на титрування, мл;
 K – поправковий коефіцієнт до нормальності розчину Трилону Б;
 V – об'єм води, узятій для визначення, мл.

ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Конспект лекцій «Нормування навантаження на природне середовище» (електронна версія на кафедрі).
2. Кондратьев К.Я., Поздняков Д.А. Качество природных вод и определяющие его компоненты. - Л.: «Наука», 1984. - 54 с. (електронна версія на кафедрі)

Додаткова

1. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти: Підручник для вузів. - К.: Київський університет, 1999. - 319с.
2. Злобін Ю.А. Основи екології. - К.: Лібра, 1998. - 248 с.
3. Знаменский В.А. Гидрологические процессы и их роль в формировании качества воды. - Л.: Гидрометеиздат, 1981. - 248 с.
4. Бесценная М.А., Орлов В.Г. Практикум по оценке загрязненности водных объектов. Л.: Ленинградский ордена Ленина политехнический институт им. М.И. Калинина, 1983. - 54 с.
5. Гусев А.Г. Охрана рыбохозяйственных водоёмов от загрязнения. М: Пищевая промышленность, 1975. - 367 с.
6. Беспамятнов Г.П., Котов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. - Л.: Из-во. Химия Ленинградское отд., 1985.-528 с.
7. Комплексное использование водных ресурсов и охрана окружающей среды / Под ред. В.П. Гангардта - М.: Ин-т. Гидрорыбпроект, 1985.- 528 с.
8. Лесников Л.А. Временные методические указания по установлению вредных веществ в воде рыбохозяйственных водоёмов. - Л., 1990. - 56 с.
9. Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек. -- М.: Изд-во торговый дом Град, 2000.-213 с.