**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою

Державного університету

«Житомирська політехніка»

Протокол від 23 червня 2021р.

№4

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

**для виконання практичних (лабораторних) занять**

**з навчальної дисципліни**

**«Моніторинг довкілля»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»

спеціальності: 101 «Екологія»,

освітня програма «Екологія»

факультет: гірничо-екологічний

кафедра: екології

Рекомендовано на засіданні кафедри екології

22 квітня 2021 р., протокол № 4

Розробник: к.с.-г.н., доцент кафедри екології ПАРФЕНЮК Григорій

Житомир

2021

**ЗМІСТ**

Вступ………………………………………………………………………3

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ………………………………………4

**Тема1**. Визначення концентрації діоксину сірки (SO2) у повітрі аспірацій ним методом…………………………………………………………6

**Тема 2.** Оцінювання рівня забруднення автотранспортом атмосферного повітря чадним газом (СО) розрахунковим методом………..8

**Тема 3**. Визначення запиленості повітря аспіраційним методом….. 12

**Тема 4**. Оцінювання стану навколишнього середовища м. Житомира за методом лїхеноіндикації………………………………………………… ..18

**Тема 5.** Дослідження стану навколишнього середовища за комплексом ознак у хвойних дерев………………………………………….21

**Тема 6.** Складання карти забруднення повітря м. Житомира.............23

**Тема 7**. Розрахунок частоти та періодичності пробовідбору стічних технологічних вод при розробці програми моніторингу джерел впливу…25

**Тема 8**. Визначення вмісту хлорофілу у листках рослин для біомоніторингу довкілля……………………………………………………...28

**Тема 9.** Статистичний аналіз результатів спостережень за вмістом шкідливих речовин у повітрі м. Житомира…………………………………30

**Тема 10**. Біомоніторинг атмосферного забруднення за реакцією пилку рослин-індикаторів……………………………………………………………34

**Тема 11.** Технології пробовідбору та підготовки проб води для дослідження……………………………………………………………………36

 **Тема 12.** Визначення органолептичних властивостей води…………38

**ВСТУП**

Державна система моніторингу довкілля – це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля й дотримання вимог екологічної безпеки. Згідно діючих ОКХ курс “Моніторинг довкілля” формує відповідну компетенцію, та базові знання з контролю стану довкілля та вимірювання основних його параметрів в обсязі, необхідному для вивчення професійних дисциплін та для використовування в обраній професії. У зв’язку із цим, освоєння студентами практичних аспектів дисципліни у формі практичних та лабораторних занять, сприятиме формуванню у них знань та навичок із основних аспектів моніторингу довкілля, будови основних компонентів систем моніторингу, особливостей вимірювання основних параметрів довкілля, проектування систем моніторингу, вміння використовувати нові знання для оцінки стану довкілля та прогнозування його змін.

Методичні розробки підготовлені на кафедрі екології Державного університету «Житомирська політехніка» і призначені для студентів, які навчаються за спеціальностями «Технології захисту навколишнього середовища» та «Екологія» і можуть бути використані як основна навчальна література при вивченні дисциплін «Моніторинг довкілля», а також як основна чи додаткова навчальна література для студентів інших спеціальностей екологічного спрямування.

**ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ**

 ***ДЛЯ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИКОНАННІ ПРАКТИЧНИХ (ЛАБОРАТОРНИХ) ЗАНЯТТЬ З ДИСЦИПЛІНИ***

 ***«МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ»***

**1.** Усі досліди з леткими, отруйними речовинами та з тим, що мають неприємний запах, потрібно проводити у витяжних шафах з включеною тягою.

**2**. Особливо обережним треба бути при роботі з горючими речовинами, із якими слід працювати подалі від вогню, у витяжній шафі.

**3.** При розведенні концентрованих кислот, особливо сульфатної, слід вливати її тонким струменем у воду, а не навпаки, постійно помішуючи. Розчини цих кислот готують у фарфоровому або в скляному термостійкому хімічному посуді.

**4**. Наливаючи реактиви, не можна нахилятися над посудом.

**5.** При нагріванні пробірки з розчином, її слід тримати отвором у бік від себе і товаришів.

**6.** Не можна нахилятися над посудом, в якому кипить вода.

**7.** Не можна нюхати гази, що виділяються безпосередньо з посуду. Щоб розпізнати газ, струмінь його направляють рухом руки від посуду до себе. Деякі речовини (окис карбону, миш’яковий водень і інші) вдихати категорично заборонено.

**8.** Нічого не куштувати на смак.

**9.** Якщо на тіло потрапили реактиви, їх необхідно добре змити водою, а потім нейтралізуючим розчином соди, а луги – слабим розчином оцтової кислоти.

**10.** У разі опіку горючими предметами, обпечене місце змочують міцним розчином перманганату калію чи етиловим спиртом, або прикладають вату, змоченою рідиною від опіків. При сильних опіках слід відразу звернутися до лікаря.

**11.** Якщо в лабораторії спалахнув бензин, спирт, ефір або інші легкозаймисті речовини, то полум’я засипають піском, накривають вологим покривалом або користуються вогнегасником.

**12**. При роботі з металічним натрієм слід дотримуватися наступних правил:

 ***а)*** *натрій виймати з банки пінцетом, відрізати ножем необхідну кількість, а його надлишок відразу відкласти в банку з гасом;*

 ***б)*** *відрізаний шматок очищають ножем від кірки, просушують фільтрувальним папером і відразу вводять в реакційне середовище, фільтрувальний папір необхідно спалити;*

 ***в)*** *ні в якому разі не дозволяється залишки натрію кидати в раковину (можливий вибух), або у відро для сміття (можлива пожежа), залишки натрію або ставлять у банку з гасом або розчиняють його в спирті.*

**13.** Забороняється перемішувати реагуючі речовини в пробірці, закриваючи її пальцем. Перемішувати потрібно обережно, ударяючи пальцем по нижній частині пробірки.

**14.** Концентровані кислоти та луги не слід виливати в раковину, їх зливають в спеціальний посуд.

**15.** На робочих місцях завжди повинно бути чисто, потрібно намагатися не розливати і не розсипати реактиви.

**16.** Категорично забороняється приймати їжу і пити воду з хімічного посуду.

**17.** Після роботи потрібно прибирати робоче місце, вимкнути всі електрообігріваючі прилади, потушити спиртівки, закривати водопровідні крани і здати лабораторію черговому лаборанту.

**ТЕМА 1**

**ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДІОКСИДУ СІРКИ (S02) У ПОВІТРІ АСПІРАЦІЙНИМ МЕТОДОМ**

Сполуки сірки потрапляють в атмосферу як природним шляхом, так і

* результаті антропогенної діяльності. Вони утворюються у процесі

руйнування органічних речовин за допомогою анаеробних мікроорганізмів. Передбачається, що виділення сірки біологічним шляхом не перевищує 30 − 40 млн т/рік, що становить 1/3 всієї виділеної кількості сірки. При виверженні вулканів в атмосферу поряд з великою кількістю діоксиду сірки потрапляють сірководень, сульфати й елементарна сірка (2%). Потрапляє сірка в атмосферу і з поверхні океанів у вигляді сульфатів. У результаті антропогенної діяльності сірка потрапляє в атмосферу в основному у вигляді діоксиду (59 − 69%).

Серед джерел цієї сполуки на першому місці стоїть спалювання вугілля (70% антропогенних викидів). У процесі горіння сірка перетворюється в сірчистий газ, а частина сірки залишається в золі у твердому стані. При згоранні нафтопродуктів сірчистого газу утворюється набагато менше. Основним джерелом утворення S02 поряд зі спалюванням викопного палива є металургійна промисловість (переробка сульфідних руд свинцю, міді й цинку), а також підприємства з виробництва сірчаної кислоти та переробки нафти. Діоксид сірки − найбільш шкідливий газ з розповсюджених забруднювачів повітря. Він викликає захворювання дихальних шляхів, веде до виникнення хронічного бронхіту. В атмосфері SО2 під дією кисню окислюється до SО3, останній розчиняється в краплинках вологи з утворенням сірчаної кислоти. Це призводить до випадання кислотних дощів. Якщо в атмосфері міститься аміак, то йде утворення сульфату амонію. У більшості тверді аерозольні частинки являють собою сульфати і туманоподібну Н2SО4. Вміст таких частинок у містах досягає 10 мг/м3. Гранично допустима концентрація максимальна разова для S02 − 0,5 мг/м3, середньодобова − 0,05 мг/м3; клас небезпеки S02 − 3. Метод визначення базується на окисленні SО2 у процесі його вловлювання з повітря розчином пероксиду водню з наступним кількісним визначенням осаду, що утворюється при взаємодії сульфат-іона з хлоридом барію. Вплив сульфатів і сірчаної кислоти усувають уловлюванням їх на фільтр АФА, який розміщують перед поглинаючим пристроєм у пластмасовому фільротримачі.

 Метод рекомендується для визначення разових концентрацій. Чутливість визначення 5 мкг у досліджуваному об’ємі проби. Діапазон вимірювальних концентрацій − 0,08 − 1,5 мг/м3 при відборі проб об’ємом 80 л.

**Матеріали й обладнання:** уловлюючий пристрій:аспіратор для відборупроб, поглинаючий прилад Рїхтера, пластмасовий фільтротримач з

фільтром АФА; аналітичні ваги; барометр; термометр; фотоколориметр; гліцерин (х.ч.), або етиленгліколь (х.ч.); соляна кислота концентрована (р=1,19 х.ч.); спирт етиловий ректифікат; пероксид водню (Н2О2), х.ч.; калій сірчанокислий, безводний (х.ч.), К2S04, поглинаючий розчин, повітря населеного пункту.

 ***Приготування поглинаючого розчину.***10мл30%Н2О2,розчиніть у1лводи, 0,3% розчин Н202 зберігайте в темній склянці не більше від 1 тижня.

 ***Приготування барію хлористого.***5,85г кристалічного хлористого барію(ВаС12\*2Н20) розчиніть в 50 мл води. Потім долийте 150 мл етилового спирту та 150 мл гліцерину або етиленгліколю. Величину рН суміші доведіть до 2,5 − 2,8 концентрованої соляною кислотою НСІ. Розчин залишіть на 48 годин і в разі появи осаду фільтруйте через фільтр «синя стрічка». Термін зберігання 2 місяці.

 ***Приготування вихідного розчину.***Безводний сірчанокислий калій дрібнорозітріть і висушіть при температурі 120 − 150 °С протягом 2 год. Наважку 0,2720 г розчиніть у 100 мл води.

 ***Приготування робочого стандартного розчину.***Його готують10-кратним розведенням вихідного стандартного розчину поглинаючим розчином. Отриманий розчин відповідає вмісту 100 мкг/мл.

**Хід роботи**

 Для визначення разової концентрації S02 досліджуване повітря зі швидкістю 4 л/хв протягніть протягом 20 хв через поглинальний прилад Рїхтера, що містить 6 мл поглинаючого розчину. Для очищення повітря від аерозолів сульфатів і сірчаної кислоти, що заважають визначенню, перед поглинаючим приладом розмістіть пластмасовий фільтротримач з фільтром АФА, приєднаним «в стик». Металевий фільтротримач застосовувати не можна.

 У лабораторії рівень розчину в поглинаючому приладі доведіть до 6 мл дистильованою водою. Для аналізу 5 мл розчину проби перенесіть у пробірку і додайте 1 мл розчину ВаСІ2. Вміст пробірки ретельно збовтайте та через 15 хв. визначте оптичну щільність розчину у кюветі товщиною 10

* при довжині хвилі 400 нм відносно нульової проби.

 Час від додавання останнього реактиву до вимірювання оптичної щільності для всїх проб повинен бути однаковим. Одночасно проводьте вимірювання нульової проби, для чого 5 мл поглинаючого розчину аналізуйте аналогічно. Оптична щільність нульової проби повинна бути не більше ніж 0,01. Кількість SО2 в пробах знайдіть за допомогою калібрувального графіка. Аналіз проб можна проводити і візуально. Розрахунок концентрацій С мг/м3 в атмосферному повітрі проведіть за формулою:

 **C = am/Vob**

Де **а** − загальний об’єм проби в поглинаючому приладі (6 мл); **b** − об’єм проби для аналізу (5 мл);

**V0** − об’єм протягнутого повітря, приведений до н.у., л;

**m** − кількість S02 у пробі, знайдена за калібрувальним графіком, мкг.

***Побудова калібрувального графіка***

У мірні колби на 100 мл налийте 1, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20 мл робочого стандартного розчину (100 мкг/мл). Розбавте до мітки поглинаючим розчином. Концентрація S02 у 5 мл стандартного розчину в мірних колбах становить відповідно: 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100 мкг. Для приготування шкали стандартів відберіть у пробірки по 5 мл кожного стандарту і проведіть операцію за методикою, описаною раніше.

**ТЕМА 2**

**ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АВТОТРАНСПОРТОМ**

**АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЧАДНИМ ГАЗОМ (СО)**

**РОЗРАХУНКОВИМ МЕТОДОМ**

 Суттєвою складовою забруднення повітряного середовища міст, особливо великих, є викидні гази автотранспорту, які в деяких містах становить 60 − 80% від загальних викидів.

 Відомо, що автотранспортом викидається у повітряне середовище більше ніж 200 компонентів, серед яких чадний газ, вуглекислий газ, оксиди азоту й сірки, альдегіди, свинець, кадмій і група канцерогенних вуглеводнів (бензопірен та бензоантроцен). При цьому найбільша кількість токсичних речовин викидається автотранспортом у повітря на тихому ходу, на перехрестях, зупинках перед світлофором. Так, на невеликій швидкості бензиновий двигун викидає в атмосферу 0,05% вуглеводів і 0,98% оксиду вуглецю (від загального викиду), а на тихому ході − 5,1% та 13,8% відповідно. Підраховано, що середньорічний пробіг кожного автомобіля 15 тис. км. У середньому за цей час він збіднює атмосферу на 4350 кг кисню та збагачує її на 3250 кг вуглекислого газу, 530 кг оксиду вуглецю, 93 кг вуглецевих сполук і 7 кг окислів азоту.

 Ця робота дає можливість оцінити завантаженість ділянки вулиці різними видами автотранспорту, порівняти у цьому відношенні різні вулиці. Зібрані параметри необхідні для розрахунку рівня забруднення повітряного середовища відпрацьованими газами автомобілів за концентрацією оксиду вуглецю в мг/м3.

**Хід роботи**

 ***Перша частина роботи.***Студентів ділять на групи по3 − 4особи(одинрахує, другий записує, інші оцінюють обстановку), яких попередньо необхідно проінструктувати, потім розмістити на певних ділянках різних вулиць з одностороннім рухом. У випадку двостороннього руху кожна група повинна розміститися на своєму боці.

Відбір матеріалу із завантаженості вулиць автотранспортом проведіть або разово, або більш поглиблено із замірами о 8, 13 і 18 год та в нічний час. З декількох замірів вирахуйте середнє. Інтенсивність руху автотранспорту визначте методом підрахунку автомобілів різних типів три рази по 20 хв в кожному з термінів. Підрахунок проведіть методом позначень. Запишіть дані до таблиці.

**Таблиця 1**

Облік часу та чисельності руху автотранспорту за типами транспортних одиниць

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  **Час** |  **Тип автомобіля** |  **Кількість** |
|  | легкий вантажний |  |
|  | середній вантажний |  |
|  | важкий вантажний (дизельний) |  |
|  | автобус |  |
|  | легковий |  |
|  |  |  |

 На кожній точці спостережень проведіть і запишіть оцінювання вулиці **:**

**1) тип вулиці** (умови аерації): міські вулиці з односторонньою забудовою (набережні, естакади, високі насипи), житлові вулиці з двосторонньою забудовою дороги, дороги у виїмці, магістральні вулиці та дороги з багатоповерховою забудовою з двох боків, транспортні тунелі й ін.;

**2) нахил** визначається екліметром або приблизно;

**3) швидкість вітру** визначається анемометром;

**4) відносна вологість повітря** визначається психрометром;

**5) наявність перехресть та їх характеристика.**

Автомобілі розділіть на три категорії: з карбюраторним двигуном, дизельні, автобуси, відповідно до даних, наведених у таблиці, побудуйте графік і оцініть рух транспорту на окремих вулицях. Підсумком першої частини роботи вважається сумарна оцінка завантаження вулиць автотранспортом згідно з ГОСТ- 17.2.2.03-77: низька інтенсивність руху – 2,7 – 3,6 тис. Автомобілів за добу, середні – 8−17 тис. І висока – 18 – 27 тис. Проведіть порівняння сумарного завантаження різних вулиць міста залежно від типу автомобілів, дайте пояснення відмінностей.

**Друга частина роботи.**Ця частина роботи полягатиме у визначенні забруднення атмосферного повітря газами автотранспорту за результатами даних першої частини роботи.Розрахунки проведіть за таким алгоритмом**.**Спочаткунакресліть спеціальну таблицю, в якій зазначте варіант, тип вулиці, поздовжній нахил, відносну вологість повітря, тип перехрестя та інтенсивність руху автомобілів за годину.

Виходячи з даних, одержаних у першій частині, визначте склад автотранспорту в частках одиниці. Наприклад: 0,1 вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 0,1 − із середньою вантажопідйомністю, 0,05 − з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 0,05 – автобусів, 0,70 – легкових автомобілів.

Тепер починайте виконувати безпосередньо розрахунки концентрації **СО** за формулою Бегма ( 1984), модифікованою Шаповаловим (1990)

**Ксо=(0,5+0,01 • N • Кт) Ка, • Ку • Кс • Кв, • Кп,**

 де **0,5** – фонове забруднення атмосферного повітря нетранспортного походження, мг/м

  **N** – сумарна інтенсивність руху автомобілів на міській дорозі, автом./год;

 **Кт** – коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами в атмосферне повітря оксидів вуглецю;

 **Ка** – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості;

 **Ку** –коефіцієнт, що враховує зміни забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю залежно від величини поздовжнього нахилу;

 **Кс** –коефіцієнт, що враховує зміни концентрації окису вуглецю залежно від швидкості вітру;

 **Кв** – те саме залежно від відносної вологості повітря;

 **Кп-** коефіцієнт збільшення забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю біля перехресть.

 ***Коефіцієнт токсичності***автомобілів визначте як середній дляпотоку автомобілів за формулою:

**KT = PI KTI,**

 де **Рі** –склад автотранспорту в частках одиниці

**Кті** - визначається за таблицею:

**Таблиця 2**

Коефіцієнти токсичності типів автомобілів

|  |  |
| --- | --- |
| **Тип автомобіля** | **Кті** |
| Легкий вантажний | 2,3 |
| Середній вантажний | 2,9 |
| Важкий вантажний (дизельний) | 0,2 |
| Автобуси | 3,7 |
| Легковий | 1,0 |

**Приклад розрахунків**:Припустимо,дослідження виконується намагістральній вулиці міста з багатоповерховою забудовою з двох сторін, поздовжній ухил якої 2°, швидкість вітру − 4 м /сек, відносна вологість повітря − 70%. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках − 500 автомашин за годину (И). Склад автотранспорту: 0,1 вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 0,1− із середньою вантажопідйомністю; 0,05 − з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами; 0,05 − автобусів і 0,7 − легкових автомобілів.

Спочатку визначте коефіцієнт токсичності автомобілів:

 **Кт=0,1•2,3+0,1•2,9+0,05•0,2+0,05•3,7+0,7•1=1,41.**

Значення коефіцієнта Ка, який ураховує аерацію місцевості, визначте за таблицею ( табл.. 3)

**Таблиця 3**

Значення коефіцієнта ( Ка) залежно від умов аерації місцевості

|  |  |
| --- | --- |
|  **Тип місцевості за ступенем аерації** | **Ка** |
| Транспортні тунелі | 2,7 |
| Транспортні галереї | 1,5 |
| Вулиці з багатоповерховою забудовою з двох сторін | 1,0 |
| Вулиці з одноповерховими будівлями, вулиці у виїмці | 0,6 |
| Вулиці з односторонніми будівлями, набережні, естакади | 0,4 |
| Пішохідні тунелі | 0,3 |

Для магістральної вулиці з багатоповерховою забудовою Ка=1.Значення коефіцієнта **Кн**, який ураховує зміни забруднення повітря оксидом вуглецю залежно від величини поздовжнього нахилу, визначте за таблицею. Коефіцієнт зміни концентрації оксиду вуглецюзалежно від швидкостівітру Кс визначте за таблицею. Значення коефіцієнта **Кв,** що визначає *зміни концентрації* оксиду вуглецю залежно від відносної вологості повітря, наведено в таблиці.

**Таблиця 4**

Числові значення коефіцієнтів Кн, Кв та Кс

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Нахил** | **Відносна вологість** | **Швидкість вітру** |
|  град. | Кн | % | Кв | м/с | Кс |
|  0 |  1,00 |  100 |  1,45 | 1 | 2,70 |
|  2 |  1,06 |  90 |  1,30 | 2 | 2,00 |
|  4 |  1, 07 |  80 |  1,15 | 3 | 1,50 |
|  6 |  1,18 |  70 |  1,00 | 4 | 1,20 |
|  8 |  1,55 |  60 |  0, 85 | 5 | 1,05 |
|  |  |  50 |  0,75 | 6 | 1,00 |

**Таблиця 5**

Коефіцієнт забрудненняповітря оксидом вуглецю залежно від типуперехресть

|  |  |
| --- | --- |
| **Типи перехресть** | **Коефіцієнт Кі** |
| *Регульоване перехрестя:* |  |
| - зі світлофорами звичайне |  1,8 |
| - зі світлофорами кероване | 2,1 |
| - саморегульоване | 2,0 |
| *Нерегульоване:* |  |
| - зі зниженням швидкості | 1,9 |
| - кільцеве | 2,2 |
| - з обов’язковою зупинкою | 3,0 |
|  |  |

Підставте значення коефіцієнтів, оцініть рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю:

 **Ксо= (0,5+0,01• 500 • 1,4) 1 • 1,06 • 1,20 • 1,00 = 8,96 мг/м3.**

Тепер порівняйте концентрацію СО, одержану вами для відповідної урбоекосистеми, з ГДК СО для атмосферного повітря

ГДК викидів автотранспорту за оксидом вуглецю дорівнює 5 мг/м3. Зробіть висновки про рівень забруднення урбоекосистеми викидами автотранспорту. При цьому врахуйте, що зниження рівня викидів можливе завдяки таким заходам:

* заборона руху автомобілів;
* обмеження інтенсивності руху до 300 авт./год;
* заміна карбюраторних вантажних автомобілів дизельними;
* установлення фільтрів.

**ТЕМА 3**

 **ВИЗНАЧЕННЯ ЗАПИЛЕННЯ ПОВІТРЯ АСПІРАЦІЙНИМ МЕТОДОМ**

Пил є аерозолем. Аерозолі являють собою частинки речовини (тверді або рідкі) у підвішеному стані. Вони поширені в приземному шарі, тропосфері та стратосфері. Час їх життя різноманітний: від декількох годин до багатьох років. У тропосфері розрізняють 3 типи розподілу частинок: фоновий, океанічний і континентальний. Частинки потрапляють в атмосферу із Землі у готовому вигляді, але значна частина утворюється в результаті хімічних реакцій між газоподібними, рідкими й твердими речовинами, включаючи пари води.

Велика кількість аерозолів утворюється в результаті природних процесів, але немала їх частка має антропогенне походження. За найменшими оцінками, кількість частинок, які щорічно потрапляють у повітряний басейн Землі в результаті діяльності людини, − близько 1 мільярд тонн за рік. Хімічний склад частинок різноманітний. Це діоксид кремнію − пісок, токсичні метали, пестициди, вуглеводні та ін. Максимальний антропогенний вклад припадає на сульфати. Аерозолі в стратосфері менш різноманітні, ніж у тропосфері. Основним твердим компонентом стратосфери є сульфат амонію.

Основне джерело антропогенних аерозолів − процес горіння. Енергетика і транспорт дають відсоток загальної кількості антропогенних аерозолів. Серед інших джерел аерозолів − металургійні підприємства, виробництво будівельних матеріалів, хімічні виробництва.

Аерозолі здатні змінювати клімат Землі, осаджуючись в альвеолах легень, вони викликають важкі захворювання у людей − пневмоконіози. Частинки аерозолів можуть нести на собі радіоактивність, віруси, мікроби, грибки, викликати смоги і кислі дощі, тобто утворювати загрозу не лише живим істотам, але й машинам, механізмам, пристроям, якості чистих матеріалів. Крім того, пил виносить з викидами цінні матеріали і може ста-ти причиною руйнівних вибухів.

Для кількісної характеристики запиленості повітря на сьогодні використовується переважно ваговий метод (гравіметрія). Крім того, існує метод підрахунків. Вагові показники визначають масу пилу в одиниці об’єму повітря. Це прямі методи вимірювання запиленості. Існує також група побічних методів вимірювання запиленості. Під побічними розуміють методи вимірювання як з виділенням пилу з повітря, так і без виділення, що базуються на виділенні її маси шляхом використання різноманітних фізичних явищ (інтенсивності випромінювання, електричного поля, оптичної густини й т.д.). Найбільш поширений гравіметричний метод визначення вагової концентрації пилу. Через аналітичний фільтр просмоктують певний об’єм запиленого повітря. Масу всього пилу без розподілу на фракції розраховують за збільшенням маси фільтра. Кращими є фільтри з тканини ФПП.

**Матеріали** й **обладнання −** уловлювальний прилад:фільтротримач,фільтр із тканини ФПП , аспіратор для відбору проб, склянка-насадка на фільтротримач, металічний, розбірний, конусовидний для регулювання пропускаючого повітря з розрахунком швидкості вітру; аналітичні терези; ексикатор; пінцет з пластмасовими наконечникам; чашки скляні діаметром 10 см; барометр; психрометр; анемометр.

**Вибір та використання фільтруючих елементів**

В середньому частки пилу мають розміри від 0,1 до 100 мкм. У повітрі приміщень переважають пилові частинки розміром від 0,4 до 3,2 мкм, причому частинки менше 1 мкм складають від 85 до 99,9% і практично постійно знаходяться в повітрі, а великі частки розміром 10-100 мкм осідають на поверхнях.

В якості фільтруючого матеріалу використовують пористі речовини (вату, азбест, папір, скловолокно). У вітчизняних приладах застосовують аналітичні аерозольні перхлорвінілові фільтри АФА, які мають високу ефективність фільтрації і малий аеродинамічний опір. Ці фільтри вловлюють частинки розміром 0,1-0,2 мкм при об'ємної швидкості прокачування повітря до 6 м3 / год.

Для вагового методу використовують фільтри марки АФА-ВП-10 і АФА-ВП-20. Однак їх неможливо використовувати для середовищ, що містять ацетон, бензол, ксилол. Для з'єднання фільтрів з аспіратором використовують різні фильтротримачі (алонжі, аерозольні патрони), виготовлені з алюмінію або ударостійкого полістиролу ІРА-10 і ІРА-20. Цифри в маркуванні вказують на розміри використовуваного фільтра, наприклад, фільтротримач ІРА-10 використовується для фільтрів АФА-10. При визначенні концентрації пилу в повітрі необхідно врахувати наступне:

**1.** Включати аспіратор без фільтрів не можна, інакше він може передчасно вийти з ладу через забруднення повітродувки. Тому для встановлення необхідної швидкості проходження повітря використовують пробний фільтр

**2.**У комплект поставки фільтрів АФА-ВП, як правило, входять самі фільтри з паперовою підкладкою і паперові тримачі для фільтрів. Оскільки фільтри виготовлені з тонких волокон, які легко відділяються, то в процесі роботи волокна можуть залишитися на пальцях або фільтротримачах. Крім цього, як показав досвід використання фільтрів АФА, фільтри не можна складати один на інший, так як згодом їх важко відокремити один від одного. Тому для запобігання втрати маси фільтрів доцільно їх відразу вставляти в паперові тримачі і після зважування кожен фільтр в паперовому тримачі поміщати в окремий пакет.

**3.** Фільтри АФА-ВП-10 не вимагають особливої ​​підготовки, так як мають водовідштовхувальні властивості, але їх зважують разом з паперовими тримачами, а папір добре вбирає і віддає вологу. Тому необхідно враховувати вологість фільтрів з тримачами, так як абсолютні величини осідає пилу на фільтрі дуже малі (в середньому 0,1-10% від маси фільтра).

**Хід роботи**

Всі необхідні дані у ході виконання роботи і результати вимірювань вносять до форми № 8 «Запиленість повітря».

**Графа 1** - номери фільтрів (фільтри нумерують на паперових тримачах). Фільтри АФА-ВП-10 перед зважуванням поміщують на 0,5-1 год близько ваг, щоб температура і вологість фільтрів зрівнялася з температурою і вологістю повітря в футлярі ваг. Фільтри акуратно від'єднують від паперової підкладки і поміщають в паперові тримачі.

**Графа 6** - початкові маси контрольних фільтрів і фільтрів для відбору проб (дослідні), які зважують на терезах з точністю ± 0,0001 або ± 0,00001 г.

Пробні фільтри, призначені для регулювання об'ємної витрати повітря аспіратора (швидкості проходження повітря), не зважують. Їх у паперовому тримачі вставляють в фільтротримач, який через гнучку полімерну трубку (гумовий шланг) з'єднується з вхідним штуцером аспіратора. Вентилі ротаметрів, не поєднаних з фільтром, повинні бути закриті. Встановлюють необхідну витрату (швидкість) повітря, величину якої визначають за показниками кожного ротаметра, виходячи з площі робочої поверхні фільтра і допустимого повітряного навантаження на фільтр. Швидкість проходження повітря через фільтр не повинна перевищувати 70 л / хв. Відлік швидкості проходження повітря встановлюють по верхньому краю поплавка.

Дослідний фільтр в паперовому тримачі вставляють у фільтротримач, включають аспіратор на певний час.

**Графа 2** - тривалість відбору проби (τ), хв.

**Графа 3** - швидкість повітря (ν), л / хв.

Тривалість прокачування повітря через один фільтр визначається двома факторами :

- точністю вагового методу, тому кількість пилу на фільтрі має бути не менше 1-2 мг;

- пилоємкості застосовуваного фільтра: наприклад, для АФА-ВП-10 кількість зібраного пилу на фільтрі має бути не більше 25 мг.

Тому кількість повітря, що прокачується залежить від ступеня запиленості приміщення і визначається дослідним шляхом.

**Графа 4** – об’єм повітря, яке пройшло через фільтр (V,л) розраховується за формулою:

**V = ν × τ.**

Після відбору проб дослідні та контрольні фільтри протягом 0,5-1 ч повинні витримуватися в однакових умовах температури і вологості повітря.

**Графа 5** - кінцеві маси контрольних і дослідних фільтрів після прокачування повітря.

**Графа 7** - результати розрахунку зміни маси контрольних і дослідних фільтрів ΔМХ за формулою:

**Δ МХ = Мкін - Мпоч,**

де Δ МХ - зміна маси фільтра,

Мкін - маса фільтра після відбору проб повітря,

Мпоч - початкова маса фільтра.

**Графа 8** - середнє значення зміни маси контрольних тампонів ΔМконтр (з урахуванням знака "+" або "-"), визначене за формулою:

**Δ Мконтр = ΣΔ МК / N,**

де N - кількість контрольних фільтрів,

Δ МК - зміна маси кожного контрольного фільтра.

Значення ΔМконтр показує, яку кількість вологи поглинули або віддали чисті фільтри щодо їх початкової ваги. При цьомуможливі три варіанти: Δ Мконтр = 0, Δ Мконтр> 0 і Δ Мконтр <0.

Масу пилу, що осів на фільтрі (Мпилу), з урахуванням зміни маси контрольних фільтрів ΔМконтр, обчислюють за формулами:

 якщо Δ Мконтр> 0, то **Мпилу = Δ М - Δ Мконтр**; якщо Δ Мконтр <0, то **Мпилу = Δ М + Δ Мконтр**

де Δ Мконтр - модуль значення зміни маси контрольних фільтрів.

**Графа 9** - запиленість повітря, С, мг / м3, розрахована за формулою:

**С=Мпилу х** $10^{6}$**/ V,**

де V - об'єм повітря, що пройшло через фільтр,

106 - коефіцієнт для переводу запиленості з г / л в мг / м3 (якщо одиниці вимірювання, передбачені стандартом).

**Приклад розрахунку запиленості повітря**

**Завдання:** Визначення запиленості (масової концентрації пилу) повітря у приміщенні кафедри екології Державного університету «Житомирська політехніка» під час проведення ремонтних робіт.

**Підготовка до відбору проб та аналізу:**

**1.** Фільтри АФА-ВП-10 акуратно від'єднуємо від паперової підкладки і поміщаємо в паперові тримачі. Нумеруємо контрольні (К1, К2 і К3) та дослідні фільтри і залишаємо їх перед зважуванням на 0,5-1 ч поблизу ваг для зважування фільтрів. Записуємо номери фільтрів в графу №2.

**2.** Зважуємо контрольні та дослідні фільтри, і їх початкові маси вносимо у графу 6. ​​Зважені фільтри поміщуємо в окремі пакети. Для відбору проб повітря у приміщенні кафедри беремо пробні фільтри та дослідні фільтри № 1-4. Контрольні фільтри № К1, К2 і К3 залишаємо у лабораторії 2-П біля ваг для зважування фільтрів.

**3.** Проводимо відбір двох паралельних проб повітря у двох місцях приміщення. Для цього пробні фільтри в паперових тримачах вставляємо у фильтротримачі, які з'єднуємо з вхідними штуцерами аспіратора з ротаметрами, які мають шкалу від 0 до 20 л / хв.

**4**. Включаємо аспіратор і, обертаючи ручку вентиля, встановлюємо швидкість проходження повітря на задані параметри, наприклад, 7 л / хв для кожного фільтра.

**5.** Два дослідних фільтри у паперових тримачах вставляємо в фильтротримачі, включаємо аспіратор, засікаючи по годинах необхідний час відбору проби. Дві паралельні проби (фільтри № 1 і 2) відбираємо протягом 10 хв, а ще дві (фільтри № 3 і 4) - 5 хв. У графі 2 записуємо швидкість повітря, у графі 1- час відбору проби.

**6.** Після відбору проб фільтри з паперовими тримачами витягуємо разом із з фільтротримачем, поміщаємо назад в окремі пакети і доставляемо у лабораторію для подальшого дослідження.

**Обробка результатів в лабораторії:**

7. У графу 4 записуємо розраховані значення обсягу повітря яке пройшло через фільтр V:

V1 = ν1 × τ1 = 7 × 10 = 70л

V2 = ν2 × τ2 = 7 × 10 = 70л

V3 = ν3 × τ3 = 7 × 5 = 35л

V4 = ν4 × τ4 = 7 × 5 = 35л

**8.** Дослідні і контрольні фільтри витримуємо протягом 0,5-1 ч в тому приміщенні, де буде проводитися зважування.

**9.** Зважуємо контрольні і дослідні фільтри, їх кінцеві маси (Мкін) записуємо в графу 5.

**10.** Розраховуємо зміну маси (ΔМХ) кожного контрольного фільтру:

Δ МК1 = МК1 кін - МК1 поч = 0,15770 - 0,15643 = 0,00127 г

Δ МК2 = МК2 кін - МК2 поч = 0,16062 - 0,15894 = 0,00168 г

Δ МК3 = МК3 кін - МК3 поч = 0,16076 - 0,15901 = 0,00175 г

У графу 7 записуємо результати розрахунку (з урахуванням знаку "+" або "-").

**11.** У графу 8 вносимо середнє значення зміни маси контрольних

фільтрів ΔМконтр:

Δ Мконтр = ΣΔ МК / N = (0,00127 + 0,00168 + 0,00175) / 3 = 0,00157 м

**12**. Розраховуємо зміну маси дослідних фільтрів і отримані значення вносимо в графу 7:

Δ М1 = М1 кін - М1 поч = 0,16451 - 0,16258 = 0,00193 г

Δ М2 = М2 кін - М2 поч = 0,15787 - 0,15606 = 0,00181

Δ М3 ​​= М3 кін - М3 поч = 0,16313 - 0,16131 = 0,00182 г

Δ М4 = М4 кін - М4 поч = 0,16433 - 0,16246 = 0,00187 г

**13.** У графу 8 записуємо масу пилу, що осів на фільтрі Мпилу, з урахуванням ΔМконтр.

Оскільки Δ Мконтр> 0, то Мпилу = Δ М - Δ Мконтр,

 М1пилу = Δ М1 - Δ Мконтр = 0,00193 - 0,00157 = 0,00036 г,

 М2пилу = Δ М2 - Δ Мконтр = 0,00181 - 0, 00157 = 0,00024 г,

 М3пилу = Δ М3 - Δ Мконтр = 0,00182 - 0,00157 = 0,00025 г,

 М4пиуі = Δ М4 - Δ Мконтр = 0,00187 - 0,00157 = 0,00030 м

**14.** У графу 9 записуємо запиленість повітря С (концентрацію пилу

в повітрі):

С1 = М1пилу × 106 / V1 = 0,00036 × 106/70 = 5,1 мг / м3,

С2 = М2пилу × 106 / V2 = 0,00024 × 106/70 = 3,4 мг / м3,

С3 = М3пиліу× 106 / V3 = 0,00025 × 106/35 = 7,1 мг / м3,

С4 = М4пилу × 106 / V4 = 0,00030 × 106/35 = 8,6 мг / м3.

16. Розраховуємо середню запиленість повітря в приміщенні:

Сср = (С1 + С2 + С3 + С4) / 4 = (5,1 + 3,4 + 7,1 + 8,6) / 4 = **6,1 мг / м3**

**Висновок.** Таким чином, середня запиленість повітря в приміщенні кафедри склала 6,1 мг / м3, що в 12 разів вище нормативного значення, регламентованого ДГСТ 7.50-2002 (0,5 мг / м3).

**Форма 8**

ЗАПИЛЕНІСТЬ ПОВІТРЯ

Об’ект………………………….

Дата обстеження ………......... Дата зняття результатів………..

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №фільтра | Час вібору,хв | Швидкістьпов.,л/хв | Об’емповітря,Vл | Маса фільтра, г | Зміна маси$∆$М,г | Маса пилуМпил,г | С,мг/$м^{3}$ |
| кінцева,Мкін | початк.,Мпоч |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Кон.1 | - | - | - | 0,15770 | 0,15643 | 0,00127 | $∆$М контр.=0,00157 |
| Кон.2 | - | - | - | 0,16062 | 0,15894 | 0,00168 |
| Кон.3 | - | - | - | 0,16076 | 0,15901 | 0,00175 |
| 1 | 10 | 7 | 70 | 0,16451 | 0,16258 | 0,00193 | 0,00036 | 5,1 |
| 2 | 10 | 7 | 70 | 0,15787 | 0,15606 | 0,00181 | 0,00024 | 3,,4 |
| 3 | 5 | 7 | 35 | 0,16313 | 0,16131 | 0,00182 | 0,00025 | 7,1 |
| 4 | 5 | 7 | 35 | 0,16433 | 0,16246 | 0,00187 | 0,00030 | 8,6 |

**ТЕМА 4**

**ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

 **М. ЖИТОМИР ЗА ДОПОМОГОЮ ЛЇХЕНОІНДИКАЦІІ**

Інформативними біоіндикаторами стану повітряного середовища і його зміни є нижчі рослини: мохи та лишайники, які накопичують у своїй слані (талом) більшість забрудників (сірка, фтор, радіоактивні речовини, важкі метали). Лишайники поселяються на голих скелях, бідному ґрунті, стовбурах дерев, мертвій деревині, але для свого нормального функціонування вони потребують чистого повітря. Особливо вони чутливі до сірчистого газу. Незначне забруднення атмосфери не впливає на більшість рослин однак викликає масову загибель чутливих видів лишайників. Науковий напрям біомоніторингу за станом повітряного середовища за допомогою лишайників називається ***лїхеноіндикацією.*** Лишайники−це симбіоз водоростей і гриба.Воничутливі до забруднення середовища через те, що:

* 1. у лишайників відсутня непроникна кутикула, завдяки чому обмін газів проходить вільно через всю поверхню;
	2. більшість токсичних газів концентрується в дощовій воді, а лишайники втягують воду всією сланню, на відміну від квіткових рослин, які поглинають воду переважно коренями;
	3. більшість рослин у наших широтах активні тільки влітку, коли рівень забруднення сірчистим газом набагато нижчий, тоді як лишайники володіють здатністю до росту і при температурах, нижчих від 0°С.

На відміну від інших організмів лишайники мають комплексну будову, тобто складаються із клітин водоростей та гриба, які пов’язані спільним обміном речовин i енергії, особливою зовнішньою i внутрішньою структурою, повільним ростом (від 0,01 мм до 2-3 мм на рік), довготривалим життєвим циклом (до декількох сотень i тисяч років).

В залежності від субстрату, на якому вони оселяються, лишайники поділяються на екологічні групи:

 **а) епiфiтнi**  (на корi дерев),

 **б) епiгейнi**  (на грунтi),

 **в) епiлiтнi**  (на каміннях).

 За чутливістю до забруднення повітря види лишайників поділяють на **4 групи:**

**До першої групи** видів, що є найчутливiшими до атмосферного забруднення, вiднесенi такi кущистi види як: евернiя сливова, рамалiна ясенева, анаптiхiя вiйкова; листуватi види: пармелiя дубова та блюдчата.

**До групи** сильно- та середньочутливих лишайникiв вiднесенi види: гiпогімнiя здута, пармелiя борозентаста, фiсцiя зiрчаста.

**Третю групу** складають стiйкi до атмосферних забруднень види: леканора грабова, ксанторiя багатоплідна.

**Четверту групу** складають токситолерантнi накипні види − індикатори кислого забруднення середовища: сколiцiоспорум зелений, леканора Хагена і порохниста та обмежена кількість листуватих лишайників: фiсцiя луската та зелена, ксанторiя настінна.

Видовий склад лишайників, які ростуть на деревах, розрізняться залежно від рН (кислотності) кори. Лишайники зникають, першою чергою, з дерев, що мають **кислу кору** (береза, хвойні), потім з **нейтральних** (дуб, клен) та найпізніше − з дерев, що мають **слабколужну** кору (в’яз дрібнолистий, акація жовта). У лишайникових типах лісу домінують кущисті лишайники (кладонія, цетрарія). Серед життєвих форм лишайників розрізняють:

 **1) накипні** (слань має вигляд шкірочок) − наприклад, бацидіум фісція;

 **2) листоваті** (слань має вигляд пластинок) − наприклад, пармелія, степова золотянка, гіпогімнія;

 **3) кущисті** (слань має вигляд кущиків або звисаючих «борід», іноді до1−2 м довжиною) − наприклад бріорія, клафонія, цетрарія.

Найбільш чутливі до забруднення повітряного середовища кущисті та листові лишайники (зникають повністю), найменш − накипні.

**Хід роботи**

Біоіндикація території за допомогою лишайників може бути організована по-різному і залежить від мети: можна розмістити трансекту довжиною 2 − 3 км перпендикулярно насиченій автотранспортом позаміській дорозі, яка примикає до лісового масиву з невеликої різноманітності деревних порід (наприклад, сосна з домішками берези або дубове насадження з домішками клену); можна розмістити трансекту залежно від віддалі до центру міста (центральні вулиці, на деякій віддалі від центру, окраїна, приміські території). Така трансекта може тягнутися на 20 − 50 км і переходити в зелену зону міста. В цій трансекті повинні вивчатися лише види деревних рослин.

Першу трансекту розбивають на ряд ділянок: біля дороги; на віддалі 100 м; на віддалі 300 м; на віддалі 500 м; на віддалі 700 м і т.д від дороги. На кожній ділянці закладають пробні площадки розміром 20x20 м, 50x50 м, 100x100 м (залежно від розрідження насаджень). На кожному пробному майданчикові врахують наступні параметри: загальну кількість видів лишайників, ступінь покриття сланню лишайників кожного дерева, частоту (зустріваність) кожного виду; багатство кожного виду. Для цього не обов'язково знати точну назву видів, потрібно лише розрізняти їх за кольором.

 До накипних належать графiс (світло-сірий), ксанторiя (жовто-оранжевий); до листуватих – гiпогiмнiя (попелясто-сірий), пармелія (попелястий); до кущистих − кладонiя (як маленький сріблясто-сірий кущик), уснея (у вигляді звисаючої бороди сірувато-зеленого кольору. Для порівняльної оцінки використовують градації, наведені в таблицях 1 і 2:

**Таблиця 1**

Градація частоти (зустріваності) та ступеня покриття дерев сланю лишайників

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Оцінка** | **Частота** | **Ступінь покриття** |
|  | **зустріваності** |  |
| 1 | дуже рідка | дуже низька |
| 2 | рідка | низька |
| 3 | невелика | середня |
| 4 | велика | велика |
| 5 | дуже висока | дуже велика (зустрічається на більшості дерев) |
|  |  |

**Таблиця 2**

Вплив забруднення середовища на зустріваність лишайників

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Зона****забр.** | **Оцінка зустрінуваності лишайників** | **Ступінь****забр.,мг/**$м^{3}$ | **Оцінка****забрудн.** |
| 1 | На дервах і каменях відсутні | біше 0,5 | сильне |
| 2 | На деревах відсутні, на північному боці дерев зеленуватий наліт водорості преврококус (у затінених місцях) | близько0,3 | доситьсильне |
| 3 | На стовбурах сіро-зеленуваті тверді накипні лишайники леканори, фісціі | 0,05-0,2 | середнє |
| 4 | Розвиток накипних лишайників, поява листових лишайників | не більше0,05 | невелике |
| 5 | Поява кущистих лишайників | вмістмалий | повітрядуже чисте |

На міських територіях, із-за відсутності великих лісових масивів та зрідженості деревостану, цілком сприйнятливим може бути метод дослідження із застосуванням рам. На попередньо обраних ділянках обстежуються всі види добре освітлених, окремо зростаючих дерев листяних порід у вуличних насадженнях, парках i скверах, зелених насадженнях поблизу підприємств, а також у заліснених масивах околиць міста. Лишайники описуються на висоті 1,5-2,0 м від поверхні ґрунту, а також при основі дерев (форофiтiв) з родів таких дерев як тополя, клен, верба, ясен, береза та інші. На кожному дереві визначається вид лишайників. Ступінь покриття деревного стовбура лишайниками визначається за допомогою рамки 50х50 см. Для цього на висоті 1,5-2,0 м від поверхні ґрунту на найбільш зарослу лишайниками частину кори накладається рамка і визначається вид лишайника та його відсоток від загальної площі рамки. Потім розраховується середнє відсоткове значення по кожному виду лишайників і загальний відсоток покриття стовбура дерева. Всі розрахунки заносяться до таблиць.

Користуючись 5-ти бальною шкалою проективного покриття стовбура дерева (табл.3.), визначається рівень забрудненості повітря за кожною ділянкою.

**Таблиця 3**

Шкала забрудненості атмосферного повітря за значенням проективного покриття стовбура дерева лишайниками

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  **Бал** | **Ступінь****покриття****стовбура, %** | **Зона****забруднення****атмосфери** | **Характеристика****ступеня забруднення****атмосфери** |
| 1 | 1-20 | перша | надто сильне забруднення |
| 2 | 20-40 | друга | сильне забруднення |
| 3 | 40-60 | третя | забруднене повітря |
| 4 | 60-80 | четверта | відносно чисте повітря |
| 5 | 80-100 | п’ята | чисте повітря |

**ТЕМА 5**

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА**

**КОМПЛЕКСОМ ОЗНАК У ХВОЙНИХ ДЕРЕВ**

Відомо, що на забруднення середовища найбільш сильно реагують хвойні деревні рослини. Характерними ознаками неблагополуччя навколишнього середовища та особливо газового складу атмосфери слугує поява різного роду хлорозів і некрозів, зменшення розмірів низки органів (довжини хвої, пагони поточного року й минулих років, їх товщини, розміру шишок, скорочення величини і числа закладених бруньок), зменшення галуження. Через менший ріст пагонів та хвої в довжину в забрудненій зоні спостерігається зближення відстані між хвоїнками (їх більше на 10 см пагона, ніж у чистій зоні). Спостерігається потовщення самої хвої, зменшується тривалість її життя (1 − 3 роки в забрудненій зоні та 6 − 7 років − в чистій). Вплив забруднення спричиняє також стерильність насіння (зменшення його схожості). Всі ці ознаки не специфічні, але в сукупності дають доволі об’єктивну картину.

Хвойні зручні тим, що можуть слугувати біоіндикаторами цілий рік. У лісознавстві давно розроблена оцінка стану навколишнього середовища за комплексом ознак у хвойних, при якій використовуються не тільки морфологічні ознаки, які досить мінливі, але і низка біохімічних змін.

Використання хвойних дає можливість проводити біоіндикацію на великих територіях. Хвойні − основні індикатори, які застосовувались для оцінювання стану лісів Європи. Їх використання також досить інформативне на малих територіях (наприклад, вплив автодороги на прилеглу зону, якщо вона примикає до хвойного лісу; стан навколишнього середовища в міських екосистемах різного рангу і характеру).

**Матеріали й обладнання:** ваги технохімічні; різноважки; лінійки;вимірювальні та прості лупи зі збільшенням в 4 − 10 разів; міліметровий папір; термостат; гілки одного виду хвойних, які проростають у міських посадках або в зоні впливу металургійних підприємств, ТЕС й ін.; гілки взяті у відносно чистій зоні позаміських територій.

**Хід роботи**

За завданням викладача, за тиждень до занять зріжте гілки умовно одновікових хвойних дерев, найбільш поширених у цій місцевості (наприклад, для міських умов − ялина звичайна і ялина голуба колюча). Гілки зрізають на висоті 2 м з певної частини крони, повернутої до зон із забрудненим повітрям (поблизу автодоріг, підприємств, особливо

викидами у повітря сірчистого газу, на який хвойні сильно реагують). Контролем слугують гілки з умовно одновікових дерев, зібраних у чистій зоні заповідника, зеленій зоні міста або в посадках лісових культур.

***Визначення хвої*** Хвою розгляньте за допомогою лупи, замалюйте виявлені *хлорози,* *некрози* кінчиків хвоїнок і всієї поверхні,їх відсоток та характер(точки,крапчастість, плямистість, мозаїчність). Найчастіше пошкоджуються дуже чутливі молоді голки. Колір пошкодження може бути дуже різним: червонувато-бурим, жовто-коричневим, буровато-сизим, і ці відтінки є інформативними якісними ознаками.

Виміряйте *довжину хвої* на пагоні минулого року, а також її ширину (в середині хвоїнки) за допомогою вимірювальної лупи. Використовуйте міліметровий папір, установіть ціну поділки лупи. Повторність 10 − 20-кратна, оскільки біометричні ознаки доволі мінливі.



 Визначіть тривалість життя хвої шляхом

огляду пагонів з хвоєю по мутовках.

Обчисліть *масу* 1000 штук абсолютно сухих хвоїнок. Для цього відрахуйте 2 рази по 500 штук хвоїнок, їх висушіть у термостаті до абсолютно-сухого стану і зважте. *Зближення хвоїнок.* У результаті погіршенняросту пагона в забрудненій зоні пучки хвоїнок більш зближені та на 10 см пагона їх більше, ніж

* чистій зоні. Якщо пагін менше ніж 10 см, підрахунок проведіть по існуючій довжині й переведіть на 10 см. У всїх випадках вимірювань виведіть середнє. Дані занесіть у таблицю:

**Таблиця 1**

 Схема запису результатів вимірювань хвої

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Місце****відбору** | **Довжина, мм** | **Ширина,****мм** | **Триваліст життя,****роки** | **Число хвої****на 10см****пагона** | **Вага****1000****шт.,****гр.** | **Некрози** |
| **%** | **характер** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

***Дослідження пагонів.*** Виміряйте довжину приросту кожного року,починаючи від останнього, рухаючись послідовно по міжвузлах від року до року. Установіть товщину осьового пагона (на прикладі дворічного). У місцях мутовок підрахуйте розгалуження, виведіть середнє. На пагонах установіть наявність некрозів (точкове чи іншої форми відмирання кори).

***Дослідження бруньок***

Підрахуйте число сформованих бруньок, вирахуйте середнє.

Виміряйте довжину і товщину бруньок вимірювальною лупою. Дані, одержані в результаті досліджень пагонів та бруньок, занесіть до таблиці

**Таблиця 2**

Схема запису результатів вимірювань пагонів та бруньок

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Місце****збору** | **Пагони. мм** | **Бруньки, мм** |
| **довжина****осьових** | **ширина****осьових** | **розгалуж****ення, шт** | **кількість,****шт** | **довжина** | **ширина** |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**ТЕМА 6**

**СКЛАДАННЯ КАРТИ ЗАБРУДНЕНОСТІ ПОВІТРЯ**

**МІСТА ЖИТОМИРА**

Проблема забруднення ґрунтів дуже поширена. Забруднюючі речовини здатні зберігатися у ґрунтах на протязі багатьох років і десятиліть, створюючи безпосередню загрозу здоров’ю населення. Наявність залишкового забруднення на місці старих промислових зон, складів, сміттєзвалищ часто стає причиною конфліктних ситуацій при житловому будівництві та рекреаційному освоєнні територій. Тому у нормативних документах по інженерно-екологічних вишукуваннях передбачене обов’язкове визначення показників забруднення ґрунтів важкими металами та іншими токсичними компонентами.

Дослідження забруднення ґрунтів, спрямовані на порівняльну оцінку загального рівня екологічного неблагополуччя територія проводяться у середнїх і великих масштабах ( від 1: 200000 до 1: 10000) і охоплюють території міст та їх частин, а в окремих випадках цілих регіонів. Вивчення та картографування забруднення ґрунтів дозволяє виявити наслідки техногенного впливу за весь період господарського освоєння територій. Складання карт забруднення територій е невід’ємною частиною моніторингових досліджень. З їх допомогою можна наглядно висвітлити і охарактеризувати особливості руху та щільності забруднюючих речовин на грантовому покриві, основні тенденції міграції та здійснити короткострокові і довгострокові прогнози їх поширення.

Робота виконується в аудиторних умовах. С студент одержує індивідуальне завдання у формі топографічної карти із елементами місцевості міста та табличних даних результатів аналітичних досліджень за вмістом забруднюючих речовин у ґрунті.

**Хід роботи**

**1.** Студент детально ознайомлюються із картографічним матеріалом міста та відповідними елементами місцевості: розташуванням домінуючих підприємств-забруднювачів довкілля, рекреаційних зон і місць масового відпочинку населення, найбільших торгівельних мереж, пов’язаних із масовим скупченням населення, розміщенням шкіл та дошкільних закладів та інших місць із постійним проживанням найбільш вразливих верств населення ( дитячі будинки , дома пристарілих і т. п.)

**2.** На топографічній карті, дотримуючись встановленого масштабу, визначаються місця відбору проб ґрунту для подальших його аналітичних досліджень. При цьому повинна бути дотримана основна вимога**:** місця для відбору зразків ґрунту повинні бути рівномірно розподілені по всій території міста із обов’язковим відбором у місцях, які зазначені у першому пункті. Відібрані зразки ґрунту доставляються у лабораторію для подальших аналітичних досліджень.

**3.** Після виконання аналітичних досліджень зразків ґрунту у лабораторії формується картографічна сітка. Для цього на карті міста, у кожному позначеному крапкою місці, де здійснювався відбір ґрунту, виписуються показники вмісту у ньому забруднюючої речовини одержані за результатами хімічного аналізу (надається викладачем). При цьому необхідно мати на увазі, що у подальшому нанесені цифри необхідно буде видаляти, тому їх потрібно записувати олівцем, щоб полегшити процедуру їх видалення у майбутньому.

**4.** Після нанесення показників концентрації забруднювача у ґрунті на сітку карти, шляхом інтерполяції між нанесеними цифрами знаходять (розраховують) точки (місця), які б відповідали вмісту забруднюючої речовини у ґрунті із певними (визначеними викладачем) інтервалами щодо їх концентрацій.

**5.** По завершенні формування картографічної сітки приступають до процесу нанесення ізоліній, які будуть відображати візуальний просторовий розподіл забруднювача по території міста. Для цього знайдені (розраховані) точки, із однаковим вмістом у ґрунті шкідливої речовини, з’єднують ( «від руки» ) кривими лініями, які і являють собою ізолінії, тобто лінії із однаковим у просторі вмістом забруднювача. На наведених ізолініях виписують цифри із відповідними концентраціями забруднювача після чого цифри, які були нанесені олівцем (пункт 3.) – видаляють.

**6.** Для більшої наглядності просторового розподілу забруднюючої речовини на території міста доцільно простір, обмежений на карті окремими ізолініями, затушувати у відповідності із прийнятими ( визначеними викладачем) умовними позначеннями. По завершенні роботи над побудовою карти будується графік «рози вітрів».

**7.** Проводиться аналіз картографічного зображення просторового розподілу забруднюючої речовини на території міста із урахуванням розміщення джерел їх викиду. Розробляються відповідні заходи.

**Вихідні дані для роботи**

(надається викладачем)

**Таблиця 1.**

Перелік місць для обов’язкового відбору проб ґрунту на території міста Житомира

**Таблиця 2.**

Фактичні показники вмісту сполук свинцю у 0-5 см. шарі ґрунту на території міста Житомира, мг./1кг.

**ТЕМА 7**

**РОЗРАХУНОК ЧАСТОТИ ТА ПЕРІОДИЧНОСТІ ПРОБОВІДЬОРУ СТІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВОД ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОГРАМ МОНІТОРИНГУ ДЖЕРЕЛ ВПЛИВУ**

Відбір проб як стічних, так і технологічних вод здійснюється для забезпечення контролю діяльності водокористувачів і проводиться підрозділами аналітичного контролю водокористувачів та відповідних державних екологічних служб. Відібрана проба повинна із найбільш можливою повнотою репрезентувати показники складу і властивостей об’єкту контролю на даний момент або за певний інтервал часу. Програма відбору проб ( види роб, місця відбору, періодичність, способи відбору, перелік показників ) визначаються поставленою метою.

Для розрахунку частоти відбору проб необхідно знайти характеристику неоднорідності (S) хімічного складу або властивостей об’єкту контролю у часі за показником Х, який визначають у даній точці місця відбору. Характеристика неоднорідності е дисперсією величини показника Х у робах, що регулярно відбираються протягом заданого періоду часу. ІІ обчислюють за формулою:

$$S=\sqrt{\frac{\sum\_{}^{}(X-\overbar{x})^{2}}{n-1}}$$

де: **Х** – значення показника хімічного складу або властивості об’єкту в окремий момент контролю;

**п** – число вимірів показника х за вибраний період контролю;

**х**\*- середнє-зважене арифметичне значення Х за весь період контролю.

Розрахунок характеристики неоднорідності об’єкту контролю у часі має здійснюватися на основі результатів визначень показника х, отриманих щонайменше із 30 проб. Розрахунок середнього арифметичного зваженого, на відміну простого середнього арифметичного дозволяє уникнути впливу випадкових похибок, при отриманні 30-и проб, на кінцевий результат розрахунків.

Розрахунок частоти регулярного відбору проб здійснюється за формулою:

$$m=(t\*S/∆)^{2}$$

де: **m** – частота відбору проб, або число проб за період контролю, необхідне і достатнє для визначення показника Х;

**t** – коефіцієнт нормального розподілу. Для ймовірності Р=0,90 має значення 1,6;

**∆** - встановлене або нормоване значення допустимих розходжень показника Х з імовірністю Р=0.90.

**Приклад розрахунку.**

За період контролю технологічної установки 48 діб щоденно відбирали пробу води та визначали сухий залишок у пробі. Регламент роботи установки припускає коливання показника Х в інтервалі відхилення у ту чи іншу сторону на 10%. Із якою частотою необхідно відбирати проби?

**Послідовність розрахунків:**

**1.** Систематизуються результати контролю проб води на сухий залишок у пробі ( мг/літр ) за 48 днів контролю:

9.0; 8.8; 6.3; 6.8; 7.0; 7.2; 7.8; 6.1; 8.9; 8.7; 9.1; 9.5; 7.1; 7.8;

7.9; 8.5; 9.4; 7.1; 5.2; 6.4; 6.8; 5.3;; 6.9; 6.2; 5.5; 8.0; 8.5; 8.5;

6.0; 6.3; 6.7; 4.6; 5.7; 5.5; 4.9; 9.5; 7.5; 7.4; 6.2; 7.2; 8.0; 7.6;

8.3; 5.1; 7.2; 8.5; 7.1; 6.8.

**2.** Серед 48 показників знаходимо мінімальне і максимальне значення показника Х:

 **Хмін. – 4.6мг.**

 **Хмак. – 9.5мг.**

**3.** Визначаємо розмах коливань:

 **R= Хмак. – Хмін.= 9.5-4.6 = 4.9 мг.**

**4.** Встановлюється кількість груп (К), в які необхідно згрупувати ряд спостережень:

$$k=\sqrt{n}=\sqrt{48}=7 груп$$

**5.** Обчислюється груповий інтервал (і);

$$i=\frac{R}{K}=\frac{4.9}{7}=0.7 мг/дм^{3}$$

**6.** Виписуються групи із наростанням значення показника Х:

 **4.6 мг – 5.2 мг**

 **5.3 – 5.9**

 **6.0 – 6.6**

 **6.7 – 7.3**

 **7.4 – 8.0**

 **8.1 – 8.7**

 **8.8 – 9.5**

**7.** Визначаються середні значення показника для кожної групи (х):

$$\overbar{x}\_{1}=\frac{4.6+5.2}{2}=4.9 мг/дм^{3}$$

$$\overbar{x}\_{2}=\frac{5.3+5.9}{2}=5.6 мг/дм^{3}$$

 і т.д.

**8.** Після встановлення меж груп і середніх їх значень здійснюється рознесення кожних із 48 показників до певної групи. Кількість показників, що ввійшли до певної групи характеризують її частоту (f).

**9.** Знаходяться відхилення середніх значень показників (х) для кожної групи від довільного початку (А) добутку частот (f) на відхилення та на квадрат цих відхилень. Розрахунки оформляють у вигляді таблиці:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  **Група** | **Середнє значення групи, x** |  **Частота**  **групи, f**  | **Відхилення** $x\_{i}=\frac{x-A}{i}$ | $$f\*x\_{1}$$ | $$x\_{1}^{2}$$ | $$f\*x\_{1}^{2}$$ |
|  4,6 – 5,2 |  4,9 |  4 |  -3 |  -12 |  9 |  36 |
|  5,3 – 5,9 |  5,6 |  4 |  -2 |  -8 |  4 |  16 |
|  6,0 – 6,6 |  6,3 |  7 |  -1 |  -7 |  1 |  7 |
|  6,7 – 7,3 |  7,0 = А |  12 |  0 |  0 |  0 |  0 |
|  7,4 – 8,0 |  7,7 |  7 |  1 |  7 |  1 |  7 |
|  8,1 – 8,7 |  8,4 |  7 |  2 |  14 |  4 |  28 |
|  8,8 – 9,5 |  9,1 |  7 |  3 |  21 |  9 |  63 |
|  |  | $$\sum\_{}^{}f=48$$ |  | $$\sum\_{}^{}fx\_{1}==15$$ |  | $$\sum\_{}^{}fx\_{1}^{2}=157$$ |

**А** – довільний початок ( середнє значення групи із найбільшою частотою )

**10.** Визначається середнє арифметичне для всіх показників:

$$\overbar{Х}=A+\left(\frac{\sum\_{}^{}f\*x\_{1}}{n}\right)\*i=7.0+\left(\frac{15}{48}\right)\*0.7=7.0+0.2=7.2 мг/дм^{3}$$

**11.** Визначається характеристика неоднорідності:

$$S=\frac{\left[\sum\_{}^{}fx\_{1}^{2}-\left(\sum\_{}^{}fx\_{1}\right)^{2}∶n\right]\*i}{n-1}=\frac{\left[157-\left(15\right)^{2}∶48\right]\*0.7}{48-1}=\frac{106.6}{47} $$

$$=2.3 мг/дм^{3}$$

**12.** Визначається частота регулярного відбору проб води (m):

$m=(t\*S/∆)^{2}$ **= 26 разів за 48 днів або один раз за два дні.**

**ТЕМА 8**

**ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ХЛОРОФІЛУ В ЛИСТКАХ РОСЛИН**

**ДЛЯ БІОІНДИКАЦІЇ ДОВКІЛЛЯ**

Відомості відносно використання вмісту хлорофілу та інших пігментів як біоіндикаційних ознак у літературі суперечливі. Чимало вчених вважають цю ознаку недостатньо інформативною та специфічною, хоча першою стадією видимих хлорозів листків якраз і є руйнування хлорофілу під впливом несприятливих факторів.

Однак інші вчені показали, що у чутливих до забруднення видів (липи й клена) спостерігається пониження вмісту хлорофілу ще до появи видимих змін і це може слугувати досить надійною неспецифічною біоіндикаційною ознакою. Неспецифічність цього індикатора в тому, що нестача в ґрунті азоту, заліза та інших елементів, впливає на колір листя в результаті руйнування хлорофілу в них, і цей прояв дуже часто використовують для оцінки низької родючості ґрунту. Це треба враховувати й використовувати цей показник при біоіндикації в поєднанні з іншими ознаками.

Для оцінювання ступеня забруднення наземних екосистем або їх складових листя потрібно брати із середньої частини крони в першій половині вегетації, з огляду на умови проростання (освітленість, мінеральне харчування, обводненість та ін.). Як біоіндикатори у міській сфері рекомендують використовувати такі газочутливі види: липу дрібнолисту, клен платанолистий, каштан кінський, ялину звичайну, сосну звичайну. Метод оснований на добуванні хлорофілу з листя розчинниками (спирт, ацетон) і визначенні його кількості на фотоелектроколориметрі або спектрофотометрі.

**Матеріали й обладнання:** торзійні ваги; фотоелектроколориметр − ФЕК; насос Камовського або електричний; колба Бунзена з пробкою та скляним фільтром №2, №3; ступки малі з маточками; скляні палички; ножиці; потовчене та просіяне скло; мірні колби на 100 та 50 мл; калька, вазелін; фільтрувальний папір, мідний купорос CUS04-5H20; біхромат калію К2СГ207; 7%-ий розчин аміаку; листя рослин-індикаторів, зібране в «забрудненій» та «чистій» зонах. Для роботи можна використовувати і кімнатні рослини, вирощувані спеціально в посудинах на гумусному ґрунті з поливом водою та на малородючому ґрунті з поливом розчином солі якого-небудь важкого металу.

**Хід роботи**

Визначення хлорофілу в листках можна проводити як на свіжому, так і на фіксованому матеріалі. Фіксацію здійснюють текучою парою (5 хв) чи сухим жаром (при 105°С протягом 5 − 10 хв). Т.Н. Годнєв (1963) запропонував такий спосіб фіксації для збереження хлорофілу: листи наріжте дрібними кусочками, заверніть у марлю та занурте у киплячий насичений розчин попареної солі на 1 − 2 хвилини. За цей час матеріал обезводнюється і ферменти вбиваються. Потім матеріал промийте проточною водою, струсіть для вилучення вологи. Висушіть не менше від 2-х діб чи в термостаті при температурі 40°С. Н.А. Шлик (1971) уважав, що найкращі результати дає взаємодія фіксації матеріалу гарячим паром (2 хв) з проведенням якомога швидшої екстракції на холоді.

При роботі з сухим матеріалом візьміть наважку 0,5 − 1 г, зі свіжим − 1−2 г. Попередньо визначте вологість листя. Наважку рослинного матеріалу ретельно подрібніть у порцеляновій ступці, додаючи крейду чи вуглекислий магній. Отримання хлорофілу із сухого матеріалу можна проводити 90%-им спиртом або 80 − 85%-им ацетоном. До розтертого рослинного матеріалу додайте трохи розчинника і матеріал продовжуйте розтирати разом із розчинником. У колбі Бунзена в отвір корка прикріпіть скляний фільтр №2 чи №3 (діаметр фільтра повинен відповідати кількості досліджуваного матеріалу). Колбу з’єднайте з насосом і проведіть відсмоктування рідини. Рідину із ступки злийте по скляній паличці у лійку-фільтр, попередньо змастивши вазеліном зовні носик ступки. В ступку перелийте 4 − 5 мл розчинника і знову розітріть протягом хвилини, потім знову злийте у лійку. Цю маніпуляцію повторіть 2 − 3 рази, потім перенесіть на фільтр всю розтерту масу, ущільніть її паличкою та відсмокчіть. Ступку обполосніть декілька разів розчинником, виливаючи його на ущільнений матеріал у лійку, де йому дайте постояти 2 − 3 хвилини, після чого відсмокчіть. Обполіскування проводьте до тих пір, доки стікаючий розчин не стане безбарвним. Потім екстракт перенесіть у мірну колбу на 50 мл, сполосніть декілька раз Бунзенівську колбу і вилийте у мірну. Витяжку доведіть до риски розчинником.

Колорометрування розчину проведіть на фотоелектроколориметрі з червоним світлофільтром. Якщо речовина забарвлена в інтенсивно зелений колір, її необхідно розбавити, оскільки при великих концентраціях величини на ФЕКу можуть виходити за межі розрізнюючої здатності приладу. Для перерахунку хлорофілу на стандартні величини використовуйте розчин Гетрі.

Вимірювання на ФЕКу проведіть декілька раз, потім вирахуйте середнє. За отриманими даними визначте концентрацію хлорофілу в дослідних зразках по калібрувальній кривій. Потім вирахуйте кількість хлорофілу в мг/г листка (за сирою чи сухою масою), одержані результати занесіть у таблиці. У насадженнях сосни вона коливається від 0,08 до 0,14 мг/г. Можна також виразити кількість хлорофілу у відсотках (0,3 − 1,3% абсолютної сухої маси листа).

**ТЕМА 9**

**СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ СРОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА КРНЦЕНТРАЦІЕЮ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН У ПОВІТРІ М. ЖИТОМИР**

Математичний аналіз результатів спостережень дозволяє систематизувати одержані дані, що е невід’ємною частиною моніторингових досліджень. Концентрацію домішок у атмосфері, у окремих точках території, розглядають як сукупність випадкових величин у різні моменти часу, які мають певні цифрові значення. Сукупість цих значень в певному проміжку часу і простору представляє собою реалізацію випадкового поля. Для систематизації даних вимірів концентрації шкідливих речовин застосовуються статистичні характеристики, які дають уявлення про випадкове поле. Аналіз стану забруднення довкілля зводиться до визначення статистичних характеристик на основі систематизації та обробки результатів режимних спостережень за динамікою вмісту шкідливих компонентів у повітрі. Лабораторна робота виконується із залученням результатів режимних спостережень за станом повітряного басейну міста Житомира з використанням банку даних Державного управління екології та природних ресурсів Житомирської області.

У місті Житомирі працює 4 стаціонарні метеорологічні пости спостережень за станом атмосферного повітря, які контролюють вміст 4-х основних забруднювачів: пилу, окислів сірки, азоту, вуглецю а також

специфічних компонентів: бенз(а)пирену і восьми важких металів (Fe, Cd, Mn, Cu, Ni, Pl, Cl, Zn ). Кожен студент отримує індивідуальне завдання: фактичні концентрації будь-якого із перерахованих шкідливих компонентів за період спостереження травень – червень. Результати спостережень зводяться в таблицю:

**Таблиця 1**

Фактичні разові концентрації сполук (назва речовини) у повітрі міста Житомира за травень і червень місяці, мг./м.куб.

|  |  |
| --- | --- |
| **Травень** | **Червень** |
| **Дата** | **Режим відбору (год)** | **Дата** | **Режим відбору (год)** |
| **7** | **13** | **19** | **7** | **13** | **19** |
| 1 |  |  |  |  1 |  |  |  |
|  2 |  |  |  |  2 |  |  |  |
|  3 |  |  |  |  3 |  |  |  |
|  4 |  |  |  |  4 |  |  |  |
|  5 |  |  |  |  5 |  |  |  |
|  6 |  |  |  |  6 |  |  |  |
|  і т.д. |  |  |  |  і т.д. |  |  |  |

**Хід виконання роботи.**

Статистичний аналіз результатів спостережень зводиться до визначення наступних статистичних характеристик ряду спостережень:

**А) Середнє арифметичне** значення концентрації домішки **(gс).**

Визначають величини концентрацій домішок: **разові** (із періодом відбору проби повітря на протязі 20-30 хв.), середньодобові, середньомісячні, середньорічні:

***середньодобові*** концентрації визначають як середнє арифметичне значення концентрацій, одержаних через рівномірні проміжки часу, а також за даними безперервної регістрації показників протягом року;

***середньомісячні*** концентрації визначають як середнє арифметичне значення всіх разових або середньодобових концентрацій, одержаних протягом місяця;

***середньорічні*** концентрації визначають як середні арифметичні значення разових або середньодобових концентрацій, одержаних протягом року.

Середні показники концентрації домішки визначаються за даними спостережень стаціонарних постів, підфакельних спостережень, по сукупності точок відбору проб міста чи групи міст:

$$\overbar{g}=\sum\_{n-1}^{n}\frac{g}{n}мг.\м^{3}$$

 де:  **п** - число разових концентрацій, виміряних за відповідний період.

 **Б) Середнє квадратне (стандартне) відхилення (S).**

Характеризує відхилення результатів вимірів від середнього арифметичного: середньомісячних концентрацій на постах від середньорічних і середньо багаторічних концентрацій по місту (регіону); разових концентрацій від середньорічних по місту (регіону); середньорічних концентрацій по місту від середньорічних для групи міст; разових (середньодобових) концентрацій від середньомісячних і середньорічних; середньорічної від середньої багаторічної. Визначається за формулою:

 **S =**$\sqrt{\frac{\sum\_{}^{}(g-\overbar{g)}^{2}}{n-1}}$ **, мг/**$м^{3}$

 Обчислення квадратів відхилень від середнього арифметичного здійснюється за формою таблиці 2:

**Таблиця 2**

Приклад обчислення квадратів відхилень від середнього арифметичного

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  **Дати** **відбору проб** |  **Середньодобова** **концентрація, g** |  **Відхилення,** **g -** $\overbar{g}$ |  **( g -** $\overbar{g}$$)^{2}$ |
|  1.06 |  14 |  -1 |  1 |
|  2.06 |  18 |  3 |  9 |
|  3.06 |  13 |  -2 |  4 |
| 4.06 | 15 | 0 | 0 |
|  і т.д. |  $\overbar{g}$ = 15 |  |  ∑ ( g - $\overbar{\overbar{g} )^{2}}$= 14 |

 **В) Коефіцієнт варіації.**

 Показник коефіцієнта варіації показує відносну мінливість концентрацію домішки в ряду спостережень. Вираховується за формулою:

 **V =** $\frac{S}{\overbar{g}}$ **100 (%)**

 **Г) Максимальне значення концентрації домішки (gm).**

 Визначається максимальна концентрація із разових, середньодобових, середньомісячних, а також максимальна із разових концентрацій за результатами підфакельних спостережень за відповідний період.

 **Д) Індекс забруднення атмосфери ( Іі ).**

Кількісна характеристика рівня забруднення атмосфери окремою домішкою:

 Іі **=**$\overbar{ g} $ **/ ГДК**

 **Ж) Комплексний індекс забруднення атмосфери міста ( Ік ).**

Кількісна характеристика рівня комплексного забруднення « n » домішками**:**

 Ік **=** ∑ Іn

 де: n – кількість домішок (може включати всі забруднюючі речовини, які присутні в атмосфері, або пріоритетні речовини, які присутні в атмосфері міста).

 Результати розрахунків оформляються у вигляді зведених таблиць:

**Таблиця 3**

 Результати спостережень за вмістом в повітрі……………. , мг./$м^{3}$

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  **Дата** | **Травень** | **Червень** |
| разоваконцентрація |  ср.добова(g) | відхиленняср. добовоївід**:** | разоваконцентрація | ср.добова(g) | відхиленняср.добовоівід**:** |
|  1 |  2 |  3 | ср.міс. | гдк |  1 |  2 |  3 | ср.міс. | гдк |
|  1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| і т.д. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  Ср. місячна **: х х** |
|  $\sum\_{}^{}( g-\overbar{g }$) х х |
|  ГДК = х |

**Таблиця 4**

 Зведені результати статистичного обробітку даних спостережень за вмістом сполук …….. в повітрі м. Житомира

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  **№** | **Показники** | **Місяці** | **За****період** |
|  **V** | **V1** |
|  1 |  Кількість середньодобових проб, шт. |  |  |  |
| 2 | Середня концентрація, мг/ |  |  |  |
| 3 | Макс. середньодобове значення, мг/ |  |  |  |
|  4 | Мін. Середньодобове значення, мг/ |  |  |  |
|  5 |  Кількість проб, що перевищують ГДК, шт. % |  |  |  |
|  |  |  |
|  в т.ч. у 2 рази: шт.. **%** |  |  |  |
|  |  |  |
|  у 3 рази: шт. % |  |  |  |
|  |  |  |
|  6 |  Середнє квадратне відхилення, мг/ |  |  |  |
|  7 |  Коефіцієнт варіації, % |  |  |  |
|  8 |  Індекс забруднення |  |  |  |

 По завершенні розрахунків студент проводить аналіз екологічного стану повітряного басейну міста і при необхідності пропонує відповідні заходи із його поліпшення.

**ТЕМА 10**

**БІОМОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ЗАБРУДНЕННЯ**

 **ЗА РЕАКЦІЄЮ ПИЛКУ РОСЛИН-ІНДИКАТОРІВ**

Відомо, що найбільш чутливими процесами, на які впливають

несприятливі та стресові умови (в тому числі й забруднення середовища), є репродуктивна діяльність і тривалість життя рослин. При дії несприятливих факторів можуть спостерігатися зсуви як у чоловічій (пилок), так і в жіночій (зародковий мішок) сферах. У першому випадкові, це виражається у збільшенні стерильності пилкових зерен, що призводить до пониженого проростання й зменшення росту пилкової трубки, в результаті чого вона не досягає зародкового мішка і не відбувається запліднення. В другому випадку гине сам зародковий мішок на перших етапах поділу після запліднення. Відомо, що клітини, які діляться, володіють високою чутливістю до несприятливих впливів. При сильних антропогенних впливах (забруднення повітря у клітинах зародкового мішка підвищується число мутацій та хромосомних аберацій. Роботи, проведені різними авторами з різними рослинами (тютюн, мишачий горошок, підбіл, подорожник, кукурудза, сосна звичайна і смолиста, модрина біла й сибірська та ін.), показали, що в зоні впливу заводів, автомобільних доріг збільшується кількість стерильних рослин.

Для аналізу готують тимчасові давлені препарати пилкових зерен; останні обробляють ацетокарміном за Джесеном (1965). Ацетокармін широко застосовують для фарбування хромосом. Можна використовувати як пророслий, так і непророслий пилок (життєздатні пилкові зерна − червоні). Цей барвник у життєздатних пилкових зерен забарвлює зернисту цитоплазму та спермій у густий карміново-червоний колір, тоді як стерильні пилкові зерна майже не забарвлюються карміном або забарвлюються нерівномірно. Зазначені відмінності між життєздатними та стерильними пилковими зернами неважко встановити, якщо пилок має тонку екзину. В деяких культурах, наприклад у гречки, пилкові зерна мають товсту екзину, через яку важко побачити спермії за допомогою ацетокарм і нового забарвлення. Тому більш зручним та універсальним виявився йодний метод.

В основі цього методу лежить визначення крохмалю за допомогою йодної реакції (реакція з йодом у йодистому калії), наявність якого показує його життєздатність (синє забарвлення) (З.П. Паушева, 1968). Життєздатні та нежиттєздатні пилкові зерна відрізняються за вмістом крохмалю. Життєздатне пилкове зерно повністю заповнене крохмалем або містить лише сліди. В низці випадків забарвлення може бути від темно-пурпурового до чорного. Крохмаль, що тільки утворився, буде мати забарвлення від червоного до світло-бурого кольору.

Методика визначення проростання пилку і росту пилкових трубок пропонується згідно з У.Х. Смітом (1985). При збиранні пилку необхідно

враховувати, що у деревних видів викид пилку відбувається відносно швидко: від декількох годин до декількох діб. Зібраний пилок може зберігатися в холодильнику досить довго (в окремих видах, хвойних − до року і більше). Зерно пилку, що потрапило на приймочку чи овулярний конус, повинно прорости й утворити трубку довжиною в декілька міліметрів, щоб досягти зародкового мішка. Численні домішки в повітрі придушують розвиток пилку і ріст пилкової трубки. При цьому деякими авторами встановлена синергічна дія двооксиду сірки та азоту, озону та альдегідів на зниження росту трубки (для тютюну, що ріс біля дороги, ріст знизився на 89 − 98%).

**Матеріали й обладнання:** мікроскоп, предметні та покривні скельця, препарувальні голки, чашки Петрі, термостат, ацетокармін, 45% оцтова кислота, розчин йоду в йодистому калії, агар, 15% розчин сахарози, пилок різних рослин.

**Хід роботи**

Зібрані квіти в марлевих вузликах зберігайте в холодильнику в маленькій скляній тарі, в 40° спирті до аналізу. Візьміть декілька квітів з одного вузлика. Струсіть пилок з квітів на предметне скельце шляхом різких дотиків квітки до предметного скла. На пилок капніть краплю йодного розчину, видаліть зайві тканини, накрийте покривним скельцем.

Роздивіться пилок при збільшенні мікроскопа 10x40. Нежиттєздатні пилкові зерна в йодному розчині будуть незабарвленими, або буруватими. Синє забарвлення з йодом у йодистому калії свідчать про наявність крохмалю в пилку, а отже, про його життєздатність. Спочатку в полі зору мікроскопа підрахуйте кількість зерен, забарвлених у темно-фіолетовий колір, а потім – безбарвних або слабкозабарвлених. Підрахунок проведіть у декількох (хоча б у 3-ох) полях зору. Підрахуйте відсоток темно-фіолетових (життєздатних) пилкових зерен від загальної кількості обстежених зерен. Розчин йоду в йодистому калії приготуйте таким чином: у 100 мл дистильованої води розчиніть 2 г йодистого калію, після чого в цьому розчині розчиніть 0,2 г кристалічного йоду.

**Визначення проростання пилку і подовження пилкових трубок.**

Пилок рослин, що рано цвітуть, зберіть та висійте на агар у стерильні чашки Петрі. Проростіть пилок у термостаті при температурі 25 − 26°С декілька діб, потім подивіться під мікроскопом. Підрахуйте кількість пророслих пилкових зерен. Визначте довжину пилкових трубок у різних варіантах досліду. Підрахуйте відсоток інгібування (проростання пилку і подовження пилкових трубок) порівняно з контролем, прийнятим за 100%. Пилок можна також пророщувати на 15% розчині сахарози, яким змочують 2 фільтри. Пилок хвойних може прорости дуже швидко (1 доба). 2% агар приготуйте таким чином: у 100 мл дистильованої води внесіть 2 г агару, нагрійте на киплячій водяній бані до повного розчинення. Гарячий розчин швидко розлийте по 20 − 30 мл у простерилізовані чашки Петрі, дайте застигнути.

**ТЕМА 11. ТЕХНОЛОГІІ ПРОБОВІДБОРУ ТА ПІДГОТОВКИ ПРОБ ВОДИ ДЛЯ АНАЛІЗІВ**

Хімічний склад поверхневих вод мінливий, тому відбір проб води має бути виконаний таким чином, щоб одержана в подальшому гідрохімічна інформація була репрезентативна (показова) і між етапами «відбір-аналіз» була забезпечена незмінність хімічного складу проби. З врахуванням цих умов відповідно організовуються роботи по відбору проб, їх консервації, транспортуванню до лабораторії, застосуванню методик визначення окремих хімічних компонентів. Лише суворе виконання наведених вище вимог забезпечує достовірність одержуваної інформації та подальших узагальнень про стан водного об’єкта.

Перелік, розташування точок моніторингу, періодичність відбору проб, перелік контрольованих хімічних компонентів встановлюється в залежності від поставлених завдань досліджень, фізико-географічних особливостей водного об’єкта та його господарського використання. На кожній точці разом з відбором проби фіксуються координати. Також має бути забезпечений доступ до водного об’єкт протягом року, місця розташування вже обраних точок не повинні змінюватися.

**Методика відбору і консервації проб води на хімічний аналіз**

На малих річках проби відбираються в точках з максимальною течією (фарватер) з глибини 0,3 м від поверхні на середніх і великих річках проби відбирають в створах на різних вертикалях і глибинах. На водосховищах і ставках проби відбирають на станціях за акваторією з різних глибин у ставках схема відбору: в 5-10 м від урізу берега з глибини 0,5 м; у водосховищах додаткова умова – в найглибшій пригреблевій частині відбираються дві проби – «поверхнева» (з глибини 0,5 м від поверхні) і «придонна» (на відстані 0,5 м від дна). «Поверхневу» пробу відбирають вбрід, з човна, зі штанги пляшкою (пластиковою, скляною) або відром (пластикове, металеве), «глибинну» пробу – батометром пляшкою (ГР-16М) або батометром Молчанова (ГР-18). Відібрані проби переливають в пластиковий і скляний посуд різного об’єму. Проби для визначення нафтопродуктів, фенолів, СПАР, важких металів, пестицидів відбирають в окремі пляшки.

 Посуд для відібраних проб заздалегідь необхідно підготувати. Скляний посуд миють теплою водою з милом, витримують в хромовій суміші (до 35 дм3 насиченого водного розчину біхромату калію обережно приливають, помішуючи, 1 дм3 концентрованої сірчаної кислоти), ретельно промивають водою, обробляють водяною парою, ополіскують водопровідною водою, нарешті, посуд ретельно миють дистильованою водою, просушують. Пластиковий посуд ополіскують ацетоном, розведеною соляною кислотою, ретельно промивають водою, ополіскують дистильованою водою, сушать. На місці посуд двічі ополіскують водою з досліджуваної водойми і лише після цього заповнюють пробою. Послідовність робіт при відборі проб на хімічний аналіз:

1) визначення головних фізико-хімічних властивостей води;

2) відбір проб води певного об’єму;

3) консервація проб (хлороформом, формаліном тощо);

4) маркування проби, її відправлення в лабораторію.

Головні фізико-хімічні властивості води: температура; прозорість; кольоровість; смак, присмак, запах води; показник рН; вміст СО2 та СО32– розчинений кисень схильні до різких змін, тому їх необхідно визначати негайно при відборі проби води. Всі результати визначення фізико-хімічних властивостей води (так званий «аналіз першого дня») фіксують в польовий щоденник, додатково вказують обставини, дату, час відбору проби.

Етикетка має бути міцно закріплена на посуді з пробою, а супутні записи дублюватися – на етикетці. Ці відомості надзвичайно важливі – вони мають забезпечити чітку ідентифікацію проби в лабораторії, її подальше дослідження, дати допоможуть вірно інтерпретувати результати аналізу. Форма етикетки для посуду із відібраною пробою води повинна мати форму:

Водний об'єкт \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Пункт \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата час відбору проби \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Місце відбору проби \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Глибина відбору проби \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Консервація проби \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Пробу взяв \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

 Більшість компонентів і властивостей води необхідно визначати якомога швидко, в тільки що відібраній пробі, щоб уникнути порушення рівноваги іонів, втрати розчинених газів, розкладання органічних речовин. Якщо аналіз на місці неможливий, проби необхідно попередньо обробити (фільтрування) і законсервувати. Загальний обсяг проби (головні іони, біогенні речовини) складає близько 2,5 дм3. Фільтрацію виконують на приладі Куприна ГР-60 (або його аналогах). Прилад складається з циліндричного балона об’ємом 1 дм3, лійки з сіткою, манометра, насоса і гумового шлангу. Перед фільтруванням відкривають балон, на сітку лійки кладуть один або декілька паперових фільтрів, балон закривають. У балон наливають пробу води і закривають, насосом подають повітря, під тиском якого проба прискорено фільтрується. При фільтрації стежать, щоб тиск в балоні не перевищував 3 атм. Відфільтрована вода з лійки має стікати в чисту банку. Інколи може знадобитися повторне фільтрування проби, якщо за перший раз вона недостатньо звільнилась від завислих часток. Після закінчення фільтрування стінки приладу промивають дистильованою водою.

Універсального способу консервації проб не існує, тому пробу поділяють на декілька частин і консервують різними способами. Варто зазначити, що консервація лише гальмує процеси трансформації хімічного складу проби, тому аналізувати пробу необхідно невідкладно. Для кращого збереження пробу води ізолюють від світла (темний пакет), зберігають в холодильнику при мінус 4ºС (інколи – при мінус 20ºС).

**ТЕМА 12**

**ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНОЛЕПТИЧНИ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ**

**Органолептичними показниками** називаються такі властивості води, які можуть бути визначені за допомогою органів відчуття дослідника навіть за зовнішнім виглядом проби води.

**1.** **Температура води.** Для вимірювання температури води на глибині (відкриті водойми, глибокі колодязі) застосовують так званні черпальні термометри (рис. 1). Резервуар такого термометра схований у металевому циліндрі. У верхній його частині є отвори, через які вода надходить у циліндр. Якщо немає черпального термометра використовують звичайний ртутний термометр. Для визначення температури води на місці взяття проби не менш як 1 л води набирають у посуд, температура якого доведена до температури досліджуваної води. Термометр занурюють у воду і через 15 хв відлічують показник. При цьому меніск ртуті у температурі повинен бути на рівні ока. При визначенні температури води стінки посуду повинні бути захищені від нагрівання або охолодження. Температуру води визначають з точністю до 0,1 °С. Одночасно визначають температуру повітря.

Для замірів температури води на великих глибинах (2, 3, 5м і глибше) можна використовувати дерев’яну жердину відповідної довжини. До одного із кінців жердини прикріплюється (будь-яким способом) термометр, ртутний резервуар якого для термоізоляції заліплюється п’яти міліметровим шаром пластиліну. Після занурення термометра у воду його витримують на заданій глибині на протязі 15 хв. Після заданого періоду часу термометр можна виймати із води і відразу знімати показники.

**2. Кольоровість води.** Колір - це природна властивість води, яка має різні відтінки, що пов’язано із об’ємом, глибиною водойми, наявністю певних організмів, іонів металів і т.д. За кольором найчастіше і називають водойми, напр., темно-синій колір води Чорного моря пов’язують із специфічними оптичними властивостями води та великою глибиною моря; жовта через домішки глини вода Жовтої ріки в Китаї; червоні корали, що надають кольоровість воді, дали назву Червоному морю. Води Уралу коричневі через надлишок йонів Fe3+. Воді можуть надавати зелене забарвлення синьо-зелені водорості, а червоне - багрянки, червоні водорості, колір яких обумовлений пігментом фікоеритрином. Відтінки гами кольорів від жовтуватого до коричневого надають воді гумусові речовини, що надходять у воду з розмитим ґрунтом.

 Визначення кольоровості роблять за наступними методиками :

 ***а)*** ***Стандартна шкала*** з 21 пробірки, заповнених розчинами від синьо-жовтого № 1-11 до жовто-коричневого кольору № 12-21, з якими порівнюють колір води, взятої з водойм.

**Таблиця 1**

Шкала кольоровості води

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер відтінка за шкалою** | **Колір води** | **Номер відтінка за шкалою** | **Колір води** |
| 1, 11 | синій | X111, X1V | зеленувато-жовтий |
| 111, 1V | блакитний | XV, XV1 | жовтий |
| V, V1 | зеленувато-блакитний | XV11, XV111 | коричнювато-жовтий |
| V11, V111 | блакитно-зеленуватий | X1X, XX | жовтувато-коричневий |
| 1V, X | зелений | XX1 | коричневий |
| X1, X11 | жовто-зелений |  |  |

 ***б) Візуальний або колориметричний метод*.** Кольоровість води визначають візуальним або колориметричним методом у градусах, порівнюючи пробу води за дихроматно-кобальтовою шкалою, яку готують самостійно в лабораторних умовах.

 Для приготування шкали еталонних розчинів змішують у співвідношеннях відносно даних табл. 2: **розчин 1 -** суміш солей 0,0875 г K2Cr2O7, 2 г CoSO4•7H2O і 1 мл концентрованої H2SO4 (ρ=1,82 г/см3) в 1 л розчину; та **розчин 2**–1 мл конц. H2SO4 в 1 л розчину. Пробу води порівнюють з кольором приготовлених стандартів і характеризують кольоровість в градусах. Вода при кольоровості 200 вважається безбарвною – це є еталоном її кольоровості.

**Таблиця 2**

Шкала кольоровості

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Розчин 1,****мл** | 0 |  1  |  2 |  3 |  4 |  5 |  6 |  8 |  10 |  12 |  14 |  16 |
| **Розчин 2,****мл** | 100 | 99 | 98 | 97 | 96 | 95 | 94 | 92 | 90 | 88 | 86 | 84 |
| **Градуси****кольоров****ості** | 0 |  5 |  10 |  15 |  20 |  25 |  30 |  40 |  50 |  60 |  70 |  80 |

 **Хід визначення**. У циліндр, однотипний з циліндр шкали, налити 100 мл досліджуваної води і, розглядаючи зверху на білому фоні, зіставити колір досліджуваної води з кольором розчинів шкали. Показники колірності у градусах наведені в таблиці.

 **в) *Фотоколориметричне визначення кольоровості.*** При цьому методі визначення кольоровості води вимірюють її оптичну густину з різними світлофільтрами, а на спектрофотометрі – за різними довжинами хвиль. Довжина хвилі світла, яка максимально поглинається водою, є її характеристичною кольоровістю (твбл.3):

 **Таблиця 3**

Довжина хвиль світла та видимі кольори

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  **µ,нм** | **Колір****поглинання** | **Додатковий****колір** |  **µ,нм** | **Колір поглинання** | **Долатковий****колір** |
| 400-550 | фіолетовий | жовто-зелен. | 560-575 | жовто-зелений | фіолетовий |
| 450-480 | синій | жовтий | 575-590 | жовтий | синій |
| 480-490 | зелено-синій | жовто-гарячий | 590-605 | жовто-гарячий | зел.-синій |
| 490-500 | синьо-зелений | червоний | 605-730 | червоний | синьо-зелений |
| 500-560 | порпуровий | 730-760 | порпуровий |

Видимий колір розчину є додатковим до кольору випромінювання, який поглинається. Додатковими називають мішані або спектральні кольори, які взаємно доповнюють один одного до білого. При використанні води для господарсько-питного водоспоживання колір не повинен спостерігатися в стовпчику води висотою 20 см, а для вод побутового призначення – в стовпчику висотою 10 см.

**3. Прозорість**. Ступінь прозорості води визначається висотою стовпа рідини в см, крізь який виразно видно спеціальний **шрифт Снеллена** з лініями завтовшки 0,5-1 мм і висотою 2 мм. Вода для питного водопостачання повинна мати прозорість не менш як 30 см, річкові води можуть мати прозорість 25 см. Наявність зависей, їх кількість і ступінь дисперсності часток визначають прозорість. У водоймах прозорість можна визначати за допомогою **диска Секки** – металевого диска діаметром 20 см, який поділений на 4 сектори, два з них пофарбовані чорною і два - білою фарбою.

 Диск занурюють у воду на тросику із поділками метричної шкали, поки він не стане невидимим, і записують глибину. Потім піднімають, і коли його стане видно, записують показник глибини. Повторюють 3 рази і розраховують середню величину, яка і характеризує прозорість води.

 Прозорість води можна визначати **приладом Снеллена,** який являє собою скляний циліндр з плоским дном Починаючи від дна, циліндр градуйований по висоті у сантиметрах. Висота градуйованої частини становить 30 см. У нижній частині циліндра є відвідний кінець для зливання води, на який надіта гумова трубка із пружинним затискачем. Циліндр закріплений у штативі.

 **Хід визначення.** Досліджувану воду старанно перемішати і, не фільтруючи, налити доверху в циліндр, під дно якого помістити шрифт №1. Відстань від дна до шрифта повинна становити 4 см, якщо необхідно, воду з циліндра поступово виливати доти, доки букви шрифту не будуть добре видимі. Висота стовпа залишеної у циліндрі води, виражена в сантиметрах, вказуватиме на ступінь прозорості води. Визначення проводять у добре освітленому приміщенні на відстані на 1 м від вікна. У польових умовах прозорість води визначають за кільцем, виготовленим з дроту товщиною 1-2мм, діаметр кільця 1 - 1,5см Кільце занурюють у воду, поки його контури стануть невидимі. Вимірюють у сантиметрах глибину, при якій дротяне кільце, яке витягують із води, знову стане видимим.

Для визначення прозорості води в самому водному джерелі користуються диском , у вигляді залізного круга діаметром 30 см. Його занурюють у глиб на шнурку, на якому роблять відмітку, коли око вже не розрізняє диска і коли при витягуванні він знову стає видимий Визначають середньоарифметичне з них двох величин і записують у протокол.

**4. Смак і присмак.** Розрізняють 4 основні види смаку: ***солоний***, зумовлений наявністю NaCl; ***кислий***, зумовлений надлишком карбонатної кислоти, звичайний смак мінеральних вод;***гіркий*** – смаком магній сульфату; ***солодкий***. Усі інші відчуття називають присмаками (напр., рибний, хлорний, металевий). Інтенсивність смаку оцінюють за 5-тибальною шкалою (табл. 4).

Смак і присмак води залежить від наявних у ній органічних, та мінеральних сполук. Їх інтенсивність визначаеться органолептично у сирій воді, за винятком води відкритих водойм і води сумнівних у санітарному відношенні джерел. Ці води перед визначенням смаку кип'ятять та охолоджують до кімнатної температури.

**Хід визначення.** Близько 15-20 мл досліджуваної води набрати у рот, розподілити її по всій поверхні язика і тримати в роті кілька секунд. Після видалення води рот сполоснути слабким розчином марганцевокислого калію. Оцінку здійснюють за чотирма видами смаку: солоний, гіркий, солодкий, кислий. Усі інші види смакових відчуттів є присмаками і характеризуються за відповідними ознаками: рибний, металевий, хлорний. Інтенсивність смаку і присмаку води оцінюють у балах (табл. 4).

 **Таблиця 4**

Шкала інтенсивності смаку і запаху

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Бал** | **Інтенсивність****запаху, смаку** | **Бал** | **Інтенсивність****запаху, смаку** | **Бал** | **Інтенсивність****запаху, смаку** |
| 0 | смаку, запахунемає | 2 | слабкий | 4 | сильний(виразний) |
| 1 | дуже слабкий | з | помітний | 5 | дужесильний |

**5. Запах.** Запах води викликають леткі речовини, що пахнуть **–** продукти метаболізму гідробіонтів, біохімічного розкладання органічних речовин, компонентів стічних вод. Запах встановлюється після визначення смаку при 20-25°С і 60°С. Крім природних запахів, для сучасних вод характерні запахи штучного походження, напр., бензиновий, камфорний, фенольний, хлорний, які класифікують як хімічні і лікарські запахи. Інтенсивність запаху визначається за п'ятибальною шкалою (табл. 4). Інтенсивність запаху питної води при 20°С і 60°С має бути в межах до 2 балів. Концентрація визначуваної речовини в розчині при максимальному розбавленні, коли запах ще відчувається, носить назву порогової концентрації.

 Хімічно чиста вода позбавлена смаку і запаху, але в природі вода завжди містить розчинені речовини, а отже має присмак і запах. На запах впливає хімічний склад води, температура, рН, забрудненість водойми, біологічні процеси. За походженням запахи є природні і штучні.

Природні запахи утворюються рослинами що гниють, грибками, натомість штучні запахи (хімічний) зумовлені виключно особливостями стічних вод.

**Хід визначення.** Запах води визначається органолептично за критеріями його характеру та інтенсивності. Визначення проводять відразу після відбору проби, не зволікаючи. Пробу не фільтрують, не консервують. Інтенсивність запаху води визначають експертним шляхом при 20ºС і 60ºС, оцінюють у балах, а характер – за суб’єктивними відчуттями. Для визначення готують дві колби, які на 30% заповнюють досліджуваною водою, колби закривають склом і на водяній бані доводять до температури 20ºС і 60ºС. Після нагрівання колб їх трохи збовтують, відкривають, повільно вдихають і визначають характер й інтенсивність запаху (табл. 5 та 6).

**Таблиця 5**

**Шкала інтенсивності запаху води**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оцінка, бали | Інтенсивністьзапаху | Характер запаху |
| 0 | Відсутній | Запах не відчувається |
| 1 | Дуже слабкий | Запах відчує лише спеціаліст із досвідом |
| 2 | Слабкий | Запах відчутний при звертанні на нього уваги |
| 3 | Помітний | Запах легко виявляється і може бути причиноюїї непридатності для пиття |
| 4 | Відчутний | Запах привертає увагу і змушує утриматисьвід вживання води |
| 5 | Дуже сильний | Запах робить воду не придатною для пиття |

**Таблиця 6**

**Види запаху води**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Шифр** | **Класифікація (аналог)** | **Шифр** | **Класифікація (аналог)** |
| Ае | огірковий | D | неприємний |
| У | бальзамічний, квітковий | Df | рибний |
| Bg | геранієвий | Dp | гнойовий |
| Bn | настурцієвий | D3 | гнильний |
|  | солодкуватий | E | землистий |
|  | фіалковий | G | торф’яний |
| C | хімічний |  | трав’янистий |
| З | хлорний | M | затхлий |
| Ch | вуглеводний | Mm | цвілевий |
| Cm | лікарський | V | овочевий |

 Характер запаху та його інтенсивність визначають органолептично (згідно таблиці).Запах води має бути природного походження, зумовлений організмами, які живуть у воді. Впливом берегів, дна, ґрунту. До природних запахів відносять болотний, деревний, трав'янистий, сірководневий, плісеневий, рибний. Болотний запах зумовлюється продуктами розкладання рослин. Вода може набувати ароматичних запахів рибного, трав'янистого, маслянистого землянистого. Запахи штучного походження залежать від промислових стічних вод, які потрапили у водойму, або від хімічних сполук введених у воду при її очистці та знезараженні на водопровідних станціях.

**6. Мутність.** Мутність води залежить від тонкодисперсних домішок у вигляді завислих частинок (піску, глини, мулу, водоростей), які потрапляють в неї в результаті ерозії берегів, з дощовими і талими водами. Якісне визначення проводять описово. Наприклад, вода може бути прозора, опалесцентна, мутна і т.д. Кількісне значення мутності виражається в мг/л і визначається за допомогою приладу КФК-2.

**7. Каламутність** води – величина, обернена прозорості, яка характеризує вміст зависей менш ніж 2 мг/л. Каламутність води зумовлена наявністю завислих у ній речовин мінерального або органічного походження. Каламутність води характеризують якісно і кількісно. Якісно її характеризують словами: ледь уловима каламуть, слабка, помітна та сильно каламуть, а кількісно - за вмістом, завислих речовин, що вираженні у міліграмах на 1л води.

**Хід визначення.** 1л води профільтрувати крізь попередньо виділений до постійності маси фільтр, після чого його знову висушити та зважити. За різницею у масі фільтра визначають вміст у воді завислих речовин. Встановлюють залежність між кількістю завислих у воді речовин та її прозорістю. Перерахунок прозорості води в її каламутність можна здійснити за таблицею.

**8. Сухий залишок води .** Кількість сучого залишку у воді залежить від кількості розчинених у ній солей.

**Хід визначення**. 500мл попередньо профільтрованої води випаровувати на водяній бані у фарфоровій чашці діаметром 7-8 см, зваженій з точністю до 0.001 г. Чашку із сухим залишком висушити в сушильній шафі при температурі 110°С, після чого знову зважити. Сухий залишок визначають за формулою:

**Х = (М-М1)х1000 V**

де X - сухий залишок, мг/ л;

 М — маса чашки з сухим залишком;

 МІ - маса порожньої чашки:

 V - об'єм води, взятий для випаровування;

 1000 - для перерахунку на 1л води.

5.5 Визначення «пінистості» води

**9. Пінистість** – здатність води зберігати штучно створену піну на поверхні досліджуваної проби; це органолептичний показник, який можна використовувати для якісної оцінки присутності у воді деяких детергентів (СПАР) природного і штучного походження.

**Хід визначення.** Пробу води набирають на 1/3 в пляшку на 500 см3 з притертою пробкою; пляшку закривають і ретельно збовтують 30 с. Результат визначення вважають позитивним, якщо піна, що утворюється на поверхні проби, зберігається на поверхні більше 1 хв. (рН проби має бути 6,5-8,5).